تطبيق
التعلم التفاعلى

Abanoub Musa ™ ✓

Abanoub Musa ™ ✓

كتاب الشرح

2023

2023

الأحياء

TM

كتاب الشرح

إعداد
نخبة من خبراء التعليم

3 ثانوى
الصف الثالث الثانوى ar

الامتحان®
2023

محتويات الكتاب

التركيب والوظيفة فى الكائنات الحية

الباب الأول : التركيب والوظيفة فى الكائنات الحية

الباب الثانى : البيولوچيا الجزيئية

الفصل 1
الحمض النووى DNA والمعلومات الوراثية.

الفصل 2
الأحماض النووية وتخليق البروتين.

تنويه

يمكنك الاطلاع على الأجزاء التراكمية للسنوات السابقة والتى ستستعين بها لفهم بعض أجزاء مقرر هذا العام والإجابة على بعض الأسئلة وذلك من خلال مسح QR Code المقابل.

الباب الأول

التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل

1

الدعامة والحركة فى الكائنات الحية

الدرس الأول	الدعامة فى الكائنات الحية.
الدرس الثانى	الحركة فى الكائنات الحية.

الدرس الأول

الدعامـة فى الكائنـات الحيـة

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يقارن بين الدعامة الفسيولوجية والدعامة التركيبية فى النبات.
- يفسر بعض الظواهر المرتبطة بالدعامة الفسيولوجية فى النبات.
- يتعرف مكونات الجهاز الهيكلى فى الإنسان.
- يتعرف تركيب الهيكل العظمى فى الإنسان.
- يذكر أنواع المفاصل.
- يتعرف وظيفة كل من المفاصل والغضاريف والأربطة والأوتار.

* **الدعامة فى الكائنات الحية** هى الوسيلة التى تدعم الكائن الحى وتحافظ على شكله وتعمل على وقايته وحمايته، وفيما يلى سوف ندرس الدعامة فى النبات والإنسان بشىء من التفصيل.

الدعامة فى النبات

* يحتوى النبات على وسائل وأجهزة دعامية تدعمه وتحافظ على شكله وتقيه، ويكون ذلك عن طريق :

أولًا: الدعامة الفسيولوچية

ثانيًا: الدعامة التركيبية

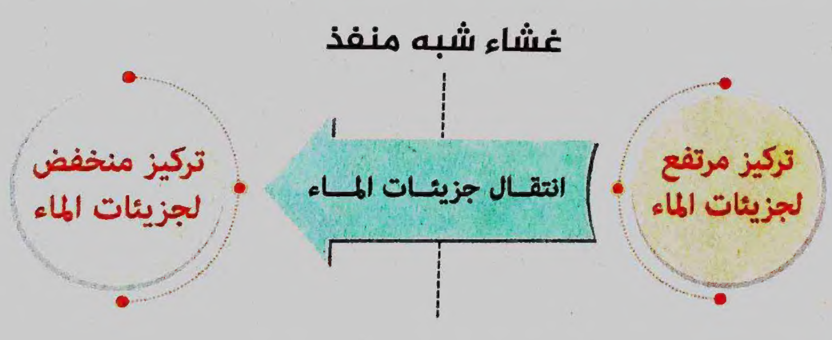
أولًا الدعامة الفسيولوچية

* **هى دعامة تتناول الخلية نفسها ككل وتتم كالتالى :**

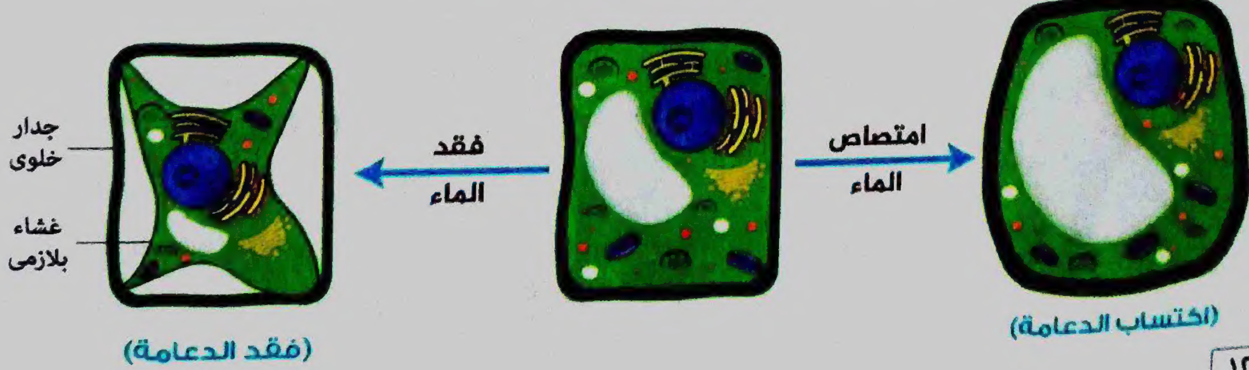
1. **يدخل** الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوة العصارية للخلية.
2. **يزيد** حجم العصير الخلوى ويضغط على البروتوبلازم ويدفعه للخارج نحو الجدار.
3. **يتمدد** الجدار لزيادة الضغط الواقع عليه، وبذلك تنتفخ الخلية وتصبح ذات جدار متوتر ومن ثم تكتسب الدعامة.

تذكر أن

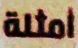
الخاصية الأسموزية : هى مرور الماء خلال الأغشية شبه المنفذة (الأغشية البلازمية) من وسط ذو تركيز مرتفع لجزيئات الماء (تركيز منخفض للأملاح) إلى وسط ذو تركيز منخفض لجزيئات الماء (تركيز مرتفع للأملاح).



الشكل التالى يوضح اكتساب وفقد الخلية النباتية للدعامة الفسيولوچية :



(اكتساب الدعامة) (فقد الدعامة)



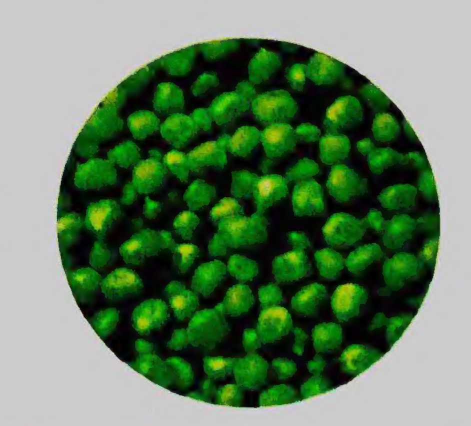
أمثلة

على اكتساب الدعامة الفسيولوچية	على فقد الدعامة الفسيولوچية
١ استقامة سوق وأوراق النباتات العشبية عند رى التربة لانتفاخ خلايا أنسجتها الداخلية عند دخول الماء إلى فجوتها العصارية بالخاصية الأسموزية.	١ ذبول وارتخاء سوق وأوراق النباتات العشبية عند جفاف التربة لزوال انتفاخ خلاياها نتيجة فقدها للماء فتزول الدعامة الفسيولوچية.

فقد الماء

اكتساب الماء

على اكتساب الدعامة الفسيولوچية	على فقد الدعامة الفسيولوچية
٢ انتفاخ (كبر حجم) ثمار الفاكهة المنكمشة (أو الضامرة) وكذلك بعض البذور الجافة كالبسلة والفول عند وضعها فى الماء لفترة نتيجة لامتصاصها الماء بالخاصية الأسموزية.	٢ انكماش وضمور (زوال انتفاخ وتوتر) بعض البذور الغضة كالبسلة والفول عند تركها لمدة نتيجة لفقد خلاياها للماء.



فقد الماء

اكتساب الماء

* تعتبر الدعامة الفسيولوچية دعامة **مؤقتة** حيث إنها تعتمد على امتلاء الفجوة العصارية للخلية النباتية بالماء وعند فقد هذا الماء تضعف أو تزول هذه الدعامة.

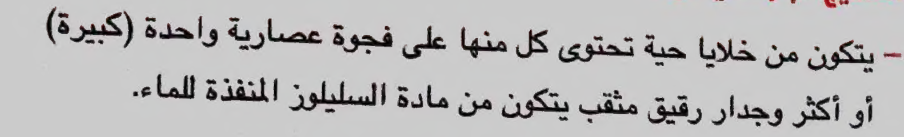
★ **مما سبق يمكن تعريف الدعامة الفسيولوچية على أنها :**

الدعامة الفسيولوچية

دعامة مؤقتة تتناول الخلية نفسها ككل وذلك بدخول الماء إليها بالخاصية الأسموزية حتى يصل إلى فجوتها العصارية فتنتفخ وتصبح ذات جدار متوتر فيكتسب النبات الدعامة.

Key Points

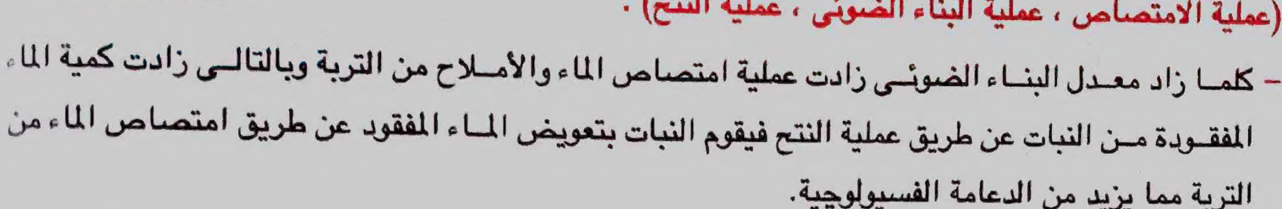
- **النسيج البارانشيمى :**



- يتكون من خلايا حية تحتوى كل منها على فجوة عصارية واحدة (كبيرة) أو أكثر وجدار رقيق مثقب يتكون من مادة السليلوز المنفذة للماء.
- يُكسب النبات دعامة فسيولوچية مؤقتة.

نسيج بارانشيمى

- **تتأثر الدعامة الفسيولوچية فى النبات بعدة عمليات حيوية منها (عملية الامتصاص ، عملية البناء الضوئى ، عملية النتح) :**



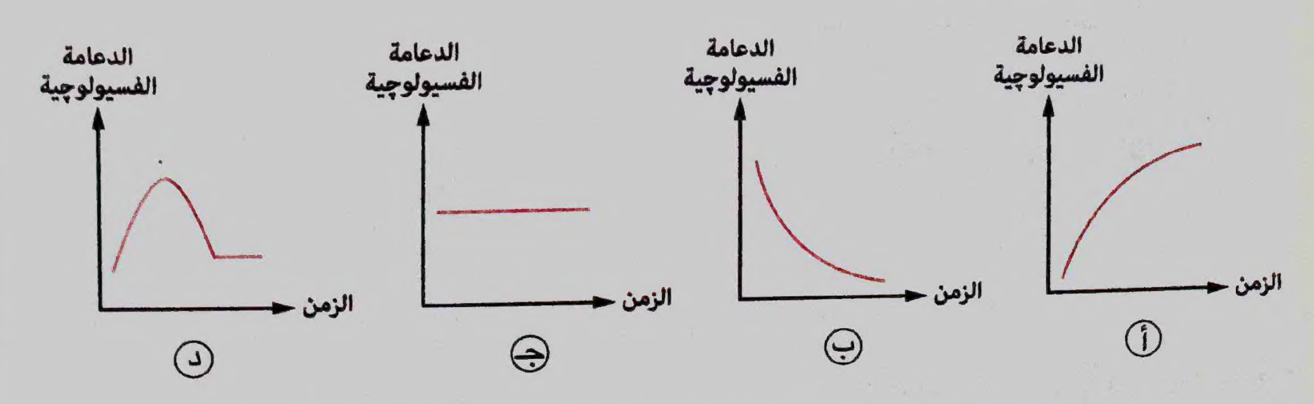
- كلما زاد معدل البناء الضوئى زادت عملية امتصاص الماء والأملاح من التربة وبالتالى زادت كمية الماء المفقودة من النبات عن طريق عملية النتح فيقوم النبات بتعويض الماء المفقود عن طريق امتصاص الماء من التربة مما يزيد من الدعامة الفسيولوچية.
- السكريات الناتجة عن عملية البناء الضوئى تؤدى إلى زيادة تركيز العصير الخلوى فى الفجوات العصارية مما يؤدى إلى انتقال الماء إليها بالخاصية الأسموزية فيزيد من الدعامة الفسيولوچية للخلايا.

1 اختبر نفسك

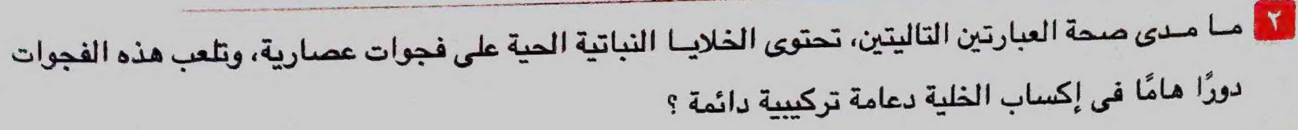
مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى الأشكال البيانية التالية يعبر عن التغير فى الدعامة الفسيولوچية لخلايا نبات أرز مزروع فى تربة طينية خلال الساعات الأولى من النهار ؟



٢ ما مدى صحة العبارتين التاليتين، تحتوى الخلايا النباتية الحية على فجوات عصارية، وتلعب هذه الفجوات دورًا هامًا فى إكساب الخلية دعامة تركيبية دائمة ؟



(أ) العبارتان صحيحتان
(ب) العبارتان خطأ
(ج) العبارة الأولى صحيحة والعبارة الثانية خطأ
(د) العبارة الأولى خطأ والعبارة الثانية صحيحة

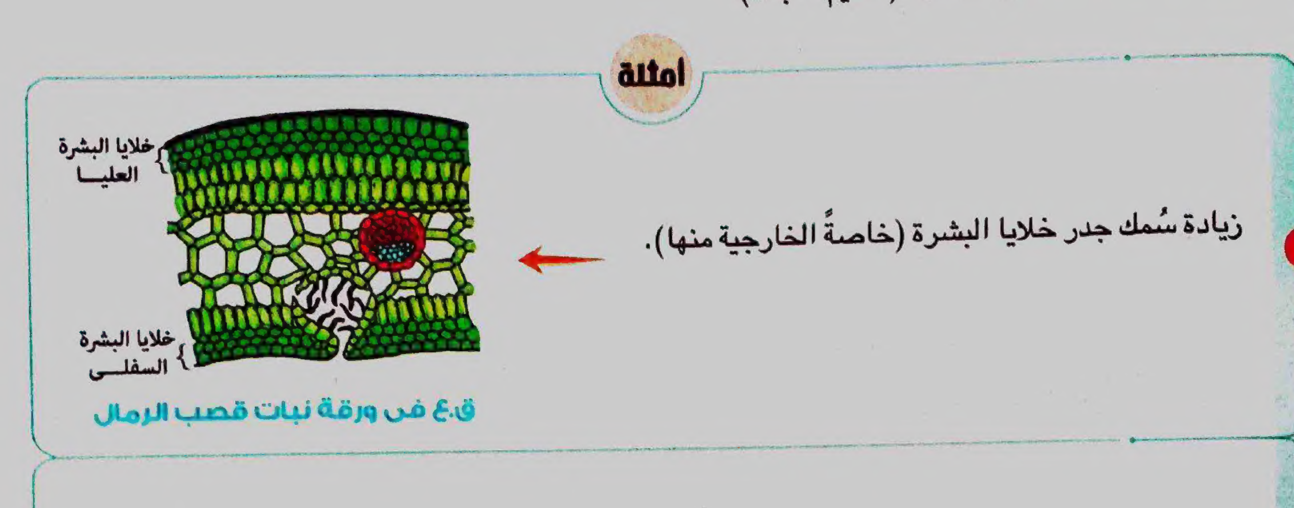
ثانيا الدعامة التركيبية

* **هى دعامة تتناول جدر الخلية أو أجزاء منها وتتم كالتالى :**

تترسب بعض المواد الصلبة القوية على جدر خلايا النبات أو فى أجزاء منها، **وذلك لـ :**

- زيادة قدرة خلايا النبات الخارجية فى الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية.
- منع فقد الماء من خلالها.
- إكساب الخلايا الصلابة والقوة (تدعيم النبات).

أمثلة



ق.ع فى ورقة نبات قصب الرمال

١ زيادة سُمك جدر خلايا البشرة (خاصةً الخارجية منها).

٢ ترسيب النبات لمادة الكيوتين غير المنفذة للماء على جدر خلايا البشرة.

طبقة الكيوتين
طبقة البشرة

٣ ترسيب النبات لمادة السليلوز أو اللجنين على جدر خلاياه أو أجزاء منها، مثل الخلايا الكولنشيمية والخلايا الإسكلرنشيمية (مثل الألياف والخلايا الحجرية) ليكسبها صلابة وقوة، كما أن موقع هذه الخلايا وأماكن تواجدها وانتشارها يدعم النبات.

سليلوز
لجنين
نسيج كولنشيمى
نسيج إسكلرنشيمى

٤ إحاطة النبات لنفسه بطبقة من خلايا فلينية غير منفذة للماء مرسب فيها مادة السيوبرين.

طبقات فلين

* تعتبر الدعامة التركيبية دعامة دائمة حيث إنها تعتمد على ترسيب بعض المواد كالسليلوز واللجنين والسيوبرين والكيوتين على جدر الخلايا أو فى أجزاء منها مما يكسبها الصلابة والقوة ويحافظ على أنسجة النبات الداخلية ويمنع فقد الماء من خلالها.

★ **مما سبق يمكن تعريف الدعامة التركيبية على أنها :**

الدعامة التركيبية

دعامة دائمة تتم بترسيب بعض المواد كالسليلوز واللجنين والكيوتين والسيوبرين على جدر الخلايا أو فى أجزاء منها لكى تتحمل خلايا النبات الخارجية مسئولية الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية وتمنع فقد الماء من خلالها.

★ **مقارنة بين الدعامة الفسيولوچية والدعامة التركيبية :**

الدعامة الفسيولوچية	الدعامة التركيبية
تعتمد على دخول الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوات العصارية لخلايا النبات.	تعتمد على ترسيب بعض المواد الصلبة كالسليلوز واللجنين والكيوتين والسيوبرين على جدر الخلايا أو أجزاء منها.
دعامة مؤقتة لأنها تعتمد على امتلاء الخلية بالماء وعند فقد هذا الماء تزول هذه الدعامة.	دعامة دائمة لأنها تعتمد على ترسيب مواد صلبة على جدر الخلايا أو أجزاء منها مما تكسبها صلابة وقوة وتحافظ على أنسجة النبات الداخلية وتمنع فقد الماء من خلالها.
أمثلة على اكتساب الدعامة الفسيولوچية : – انتفاخ ثمار الفاكهة المنكمشة عند وضعها فى الماء لفترة. – استقامة سوق وأوراق النباتات العشبية عند رى التربة. **أمثلة على فقد الدعامة الفسيولوچية :** – انكماش وضمور بعض البذور الغضة كالبسلة والفول عند تركها لمدة. – ذبول وارتخاء سوق وأوراق النباتات العشبية عند جفاف التربة.	**أمثلة :** – ترسيب النبات لمادة الكيوتين على جدر خلايا البشرة. – ترسيب النبات لمادة السليلوز على جدر الخلايا الكولنشيمية. – ترسيب النبات لمادة اللجنين على السطح الداخلى لجدر الخلايا الإسكلرنشيمية (الألياف والخلايا الحجرية). – ترسيب النبات لمادة السيوبرين فى الخلايا الفلينية.

Key Points

- **يتنوع التدعيم بين أنسجة النبات المختلفة فنجد :**
  - دعامة فسيولوجية (مؤقتة) فى خلايا النسيج البارانشيمى.
  - دعامة تركيبية (دائمة) فى الخلايا الفلينية والخلايا الإسكلرنشيمية (الألياف والخلايا الحجرية).
  - دعامة فسيولوجية وتركيبية معًا فى خلايا بشرة الورقة والخلايا الكولنشيمية.
- يلعب الكيوتين دورًا مشتركًا بين الدعامة التركيبية والدعامة الفسيولوجية فى النبات حيث يترسب على جدر خلايا البشرة فيكسبها دعامة تركيبية، كما أنه يمنع فقد الخلايا للماء مما يحافظ على الدعامة الفسيولوجية.
- يكثر تواجد النسيج الكولنشيمى فى أعناق الأوراق النباتية.
- يكثر تواجد النسيج الإسكلرنشيمى فى الغلاف الخارجى للبذور، مثل بذور الفول وقشرة المكسرات كالبندق واللوز، كما يوجد فى أنسجة بعض الثمار كالكمثرى.

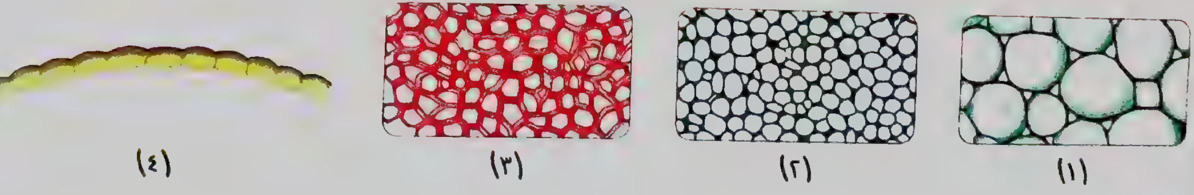
- تتغطى أسطح بعض الثمار كالتفاح والبرقوق بطبقة من الكيوتين المغطاة بمادة شمعية.

★ جدول يوضح المواد التى تكسب النبات الدعامة التركيبية :

المادة	مكان ترسبها	النسيج التى تدعمه	نفاذيتها للماء	الأهمية
١ السليلوز	جدر الخلايا من الخارج	الكولنشيمى (خلايا حية)	منفذة	تكسب جدار الخلية القوة والمرونة
٢ اللجنين	جدر الخلايا من الداخل	* الإسكلرنشيمى (خلايا غير حية) : – ألياف. – خلايا حجرية.	غير منفذة	تكسب جدار الخلية القوة والصلابة
٣ الكيوتين	سطح خلايا البشرة	البارانشيمى «الموجود ببشرة الساق والأوراق» (خلايا حية)	غير منفذة	تمنع نفاذ الماء من الخلايا
٤ السيوبرين	جدر الخلايا من الداخل	خلايا الفلين	غير منفذة	تمنع نفاذ الماء من الخلايا

2 اختبر نفسك

ادرس الأنسجة النباتية التالية، ثم اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :


(١) (٢) (٣) (٤)

١ أى الأنسجة من المتوقع تواجده فى سيقان نبات الإيلوديا المائى ؟

ⓐ (١) ⓑ (٢) ⓒ (٣) ⓓ (٤)

٢ أى الأنسجة يتميز بدعامة فسيولوچية وتركيبية معًا ؟

ⓐ (١)، (٣) ⓑ (١)، (٤) ⓒ (٢)، (٣) ⓓ (٢)، (٤)

٣ أى الأنسجة يساعد فى إكساب أوراق نبات الصبار دعامة تركيبية ؟

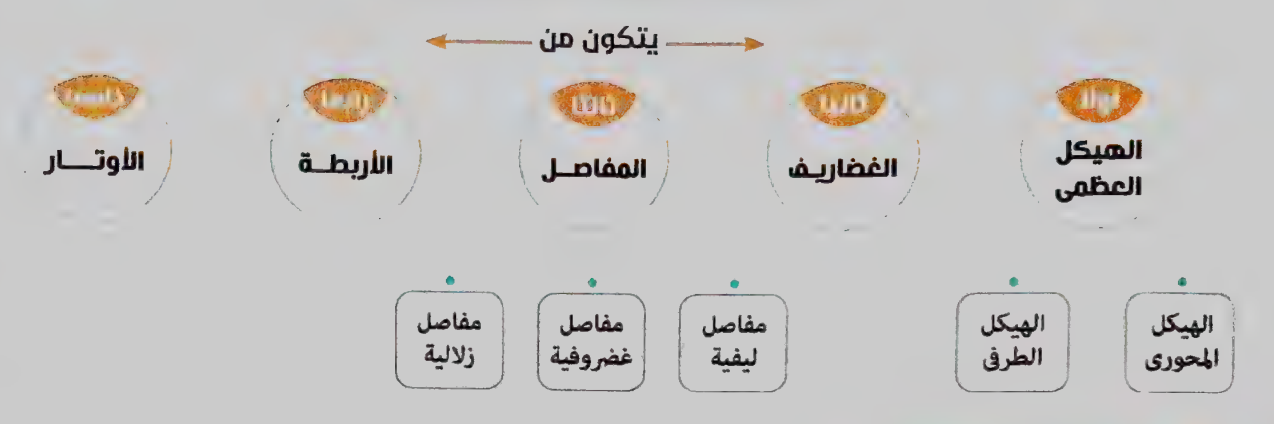
ⓐ (١) ⓑ (٢) ⓒ (٣) ⓓ (٤)

٤ أى الأنسجة لا تتأثر دعامته بنقص محتوى التربة من الماء ؟

ⓐ (١) ⓑ (٢) ⓒ (٣) ⓓ (٤)

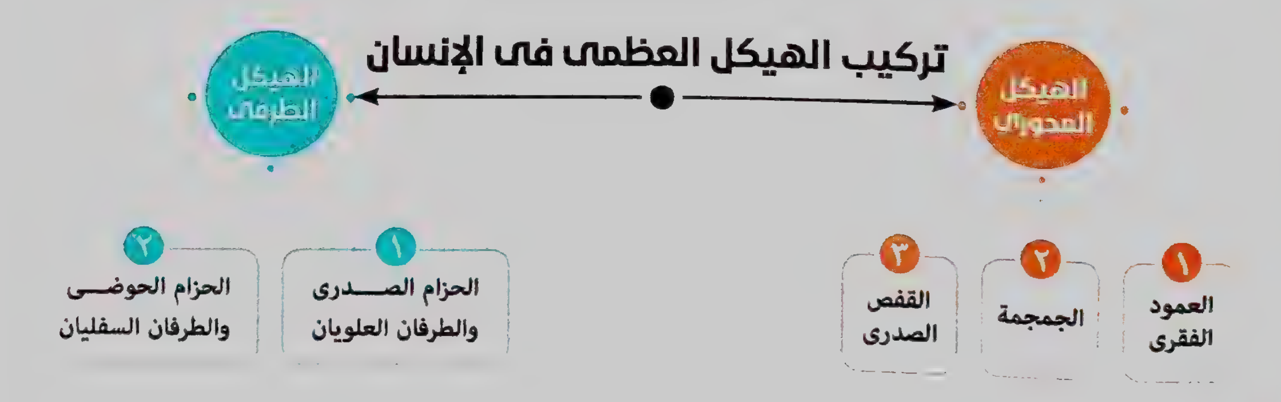
الدعامـــة فى الإنســـان

* يعمل الجهاز الهيكلى فى الإنسان على تدعيم الجسم وحماية بعض أعضائه، ويساهم فى الحركة بالإضافة إلى أنه يعطى للإنسان الشكل المميز.



أولا الهيكل العظمى

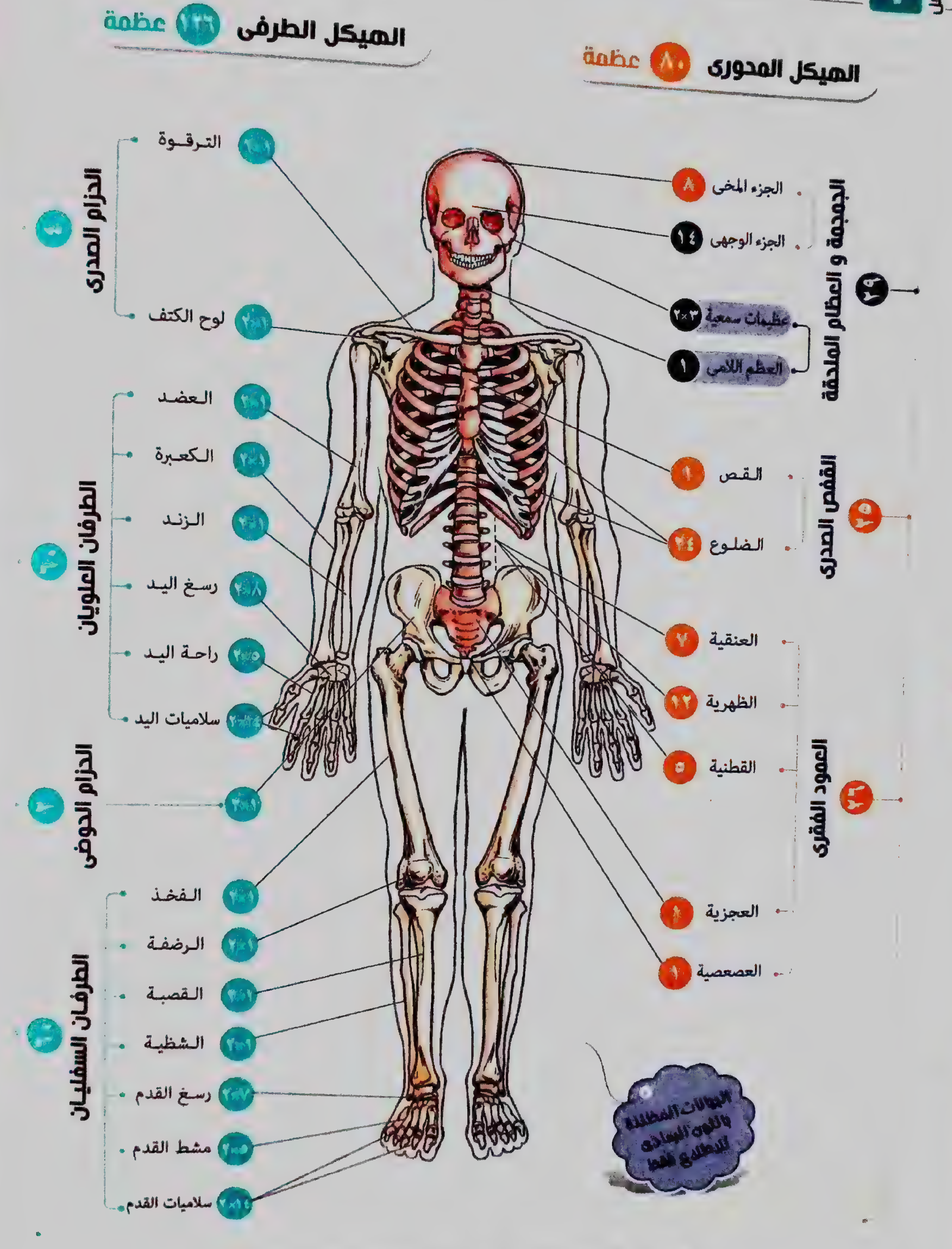
* يتكـون الهيـكل العظمـى فـى الإنســان مـن ٢٠٦ عظمـة، لـكل عظمـة شـكل وحجـم يناسـبان الوظيفـة التـى تقـوم بهـا، والمخطـط التالـى يوضـح تركيـب الهيـكل العظمـى فـى الإنسـان :



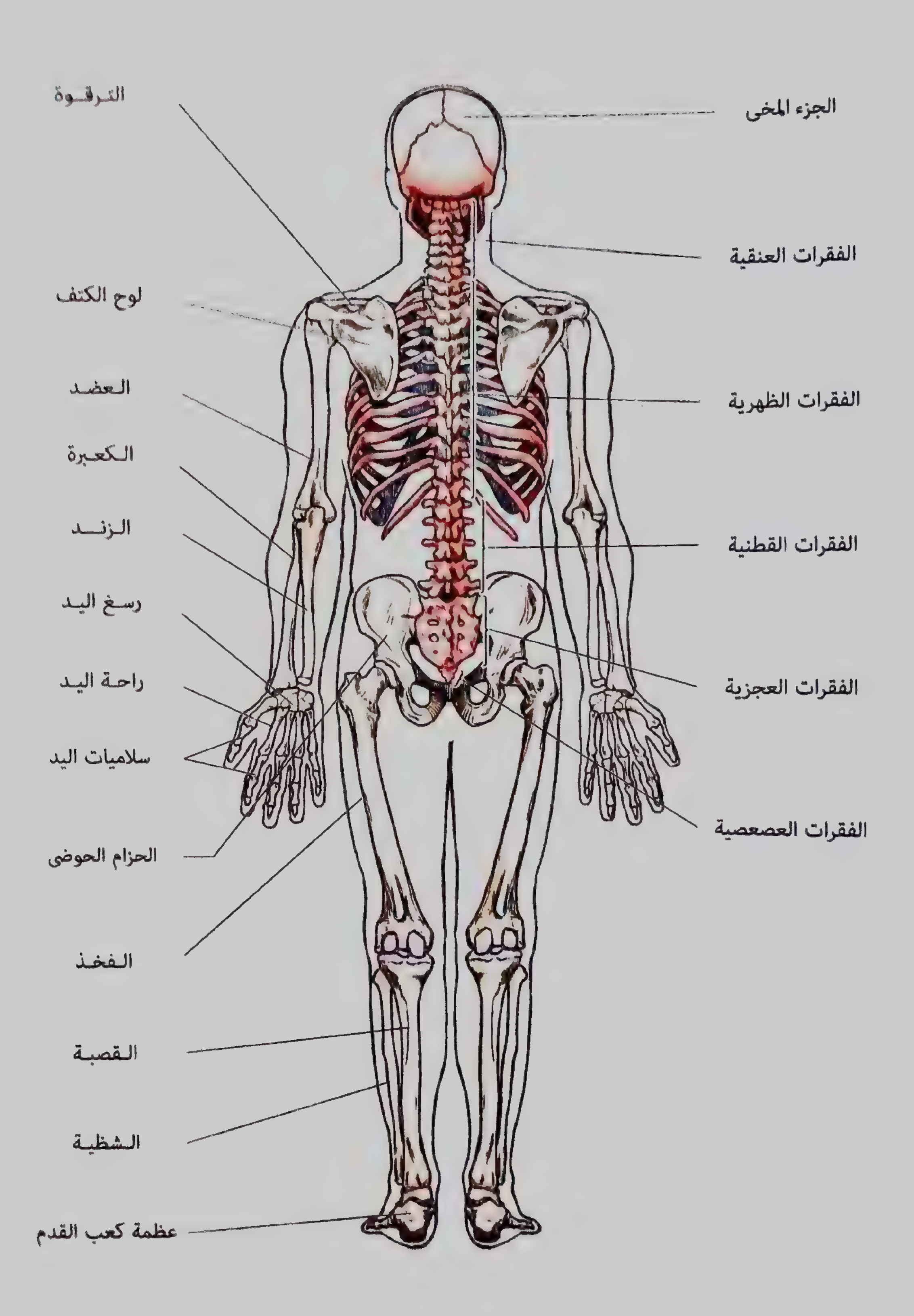
أضف إلى معلوماتك

★ هناك عظام ملحقة بالجمجمة وهى :

- **العظيمات السـمعية :** هـى أصغر ثلاث عظام فى جسـم الإنسـان وتوجد فى الأذن الوسـطى وتشـمل المطرقة والسـندان والركاب (فى كل أذن).
- **العظم اللامى :** هو العظم الواقع أعلى الحنجرة وتتصل به عضلات عديدة.



منظر امامى للهيكل العظمى فى الإنسان



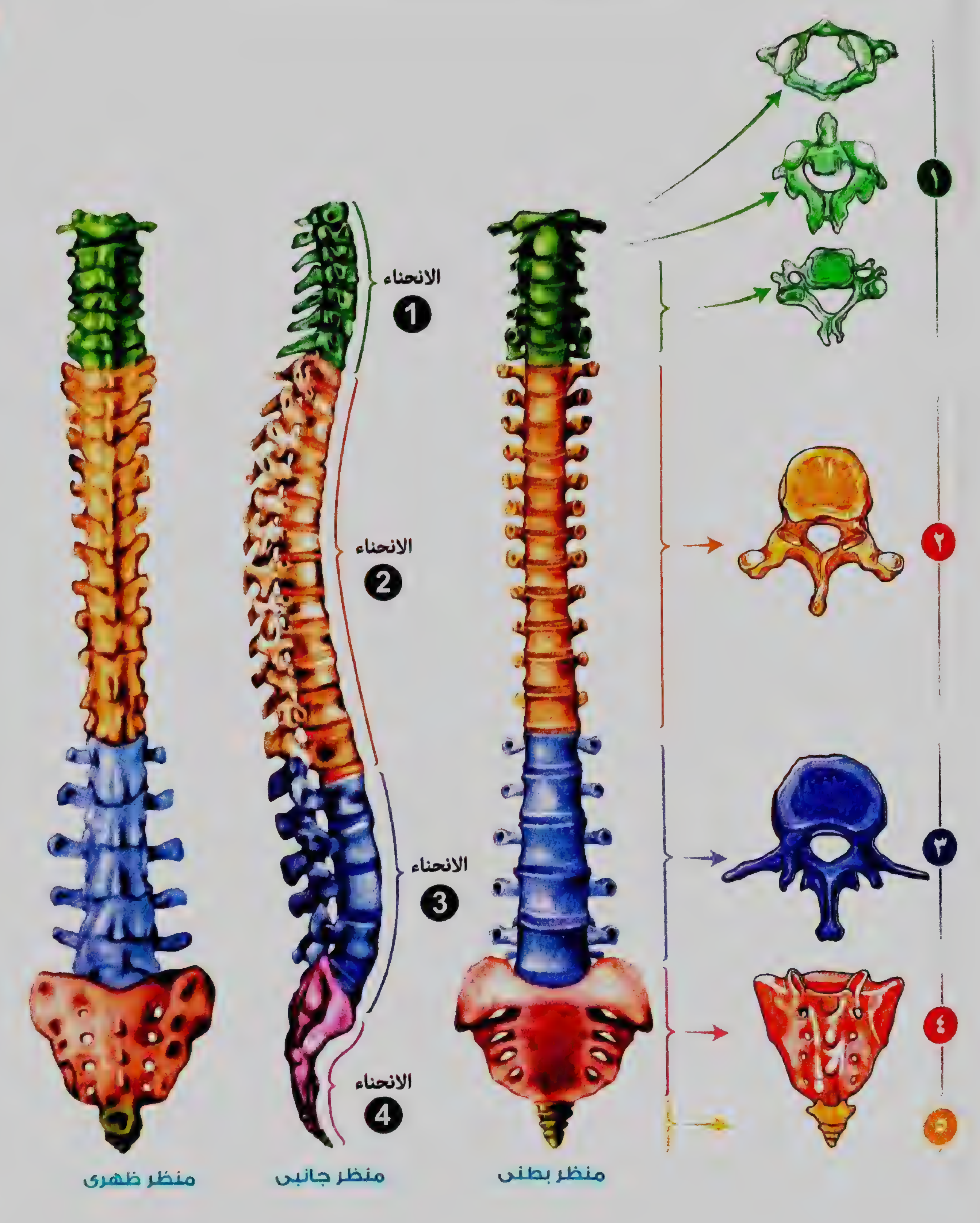
منظر خلفى للهيكل العظمى فى الإنسان

أ الهيكل المحورى يتكون من :

١ العمود الفقرى

* يُعد العمود الفقرى محور الهيكل العظمى حيث :
 - يتصل طرفه العلوى بالجمجمة.
 - يتصل به فى منطقة الصدر القفص الصدرى والطرفان العلويان بواسطة عظام الكتف.
 - يتصل به من أسفل الطرفان السفليان بواسطة عظام الحوض.
* يتكون العمود الفقرى من ٣٣ فقرة تقسم إلى خمس مجموعات وتختلف فى الشكل تبعًا لمنطقة وجودها كالتالى :

	العدد	الترتيب	مكان وجودها (الموقع)	الحجم	التمفصل
١ الفقرات العنقية	٧	١ : ٧	العنق	متوسطة الحجم	متمفصلة
٢ الفقرات الظهرية	١٢	٨ : ١٩	الصدر	أكبر من العنقية	متمفصلة
٣ الفقرات القطنية	٥	٢٠ : ٢٤	منطقة البطن (تواجه تجويف البطن)	أكبر الفقرات حجمًا	متمفصلة
٤ الفقرات العجزية	٥	٢٥ : ٢٩	بين عظمتى الحرقفة فى الحزام الحوضى	عريضة ومفلطحة	غير متمفصلة (ملتحمة)
٥ الفقرات العصعصية	٤	٣٠ : ٣٣	نهاية العمود الفقرى	صغيرة الحجم	غير متمفصلة (ملتحمة)


الانحناء
1
الانحناء
2
الانحناء
3
الانحناء
4
١
٢
٣
٤
٥
منظر بطنى
منظر جانبى
منظر ظهرى

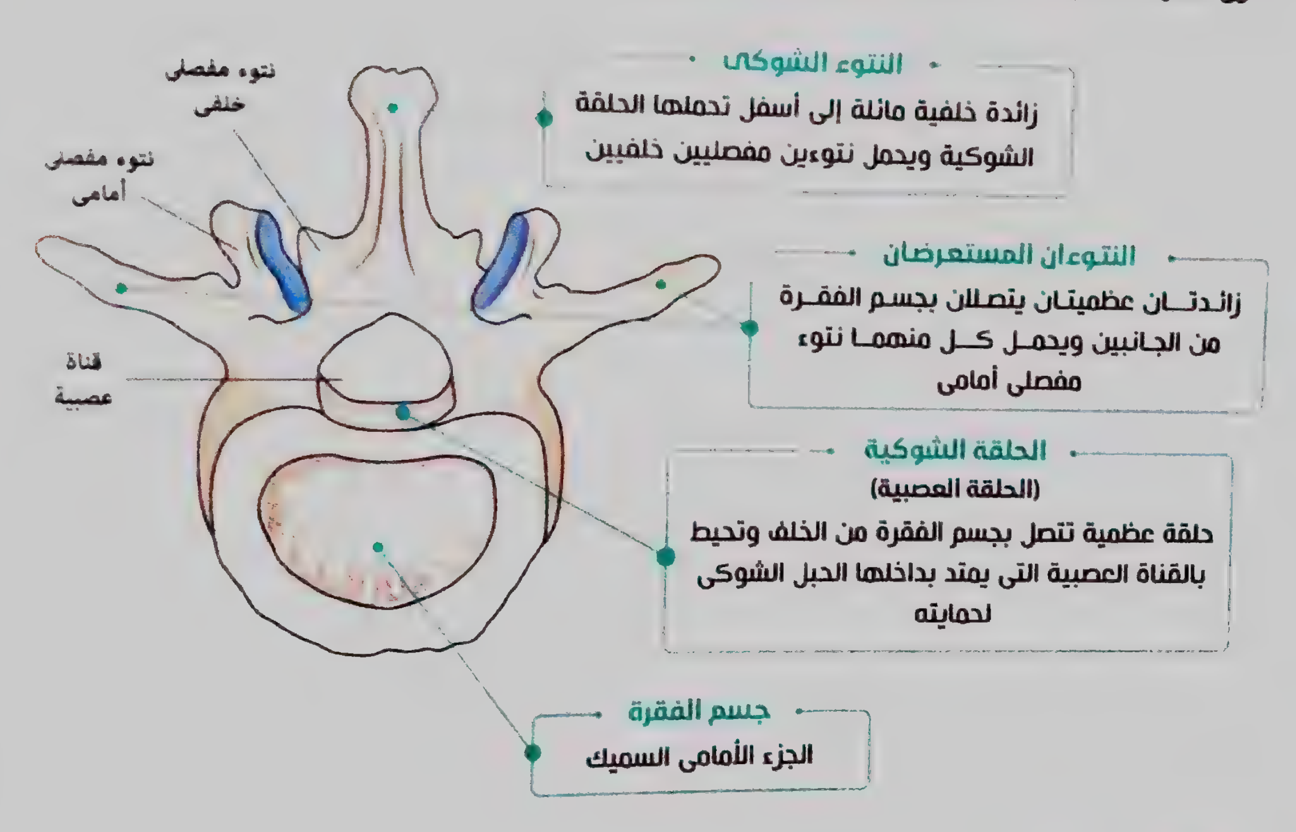
Key Points

- يبلغ عدد عظام العمود الفقرى فى الإنسان ٢٦ عظمة (وذلك لالتحام الخمس فقرات العجزية معًا كعظمة واحدة والأربع فقرات العصعصية معًا كعظمة واحدة).
- يحتوى العمود الفقرى فى الإنسان على أربعة انحناءات :

❶ جهة الخارج للفقرات العنقية.
❷ جهة الداخل للفقرات الظهرية.
❸ جهة الخارج للفقرات القطنية.
❹ جهة الداخل للفقرات العجزية والعصعصية.

* تركيب الفقرة العظمية :

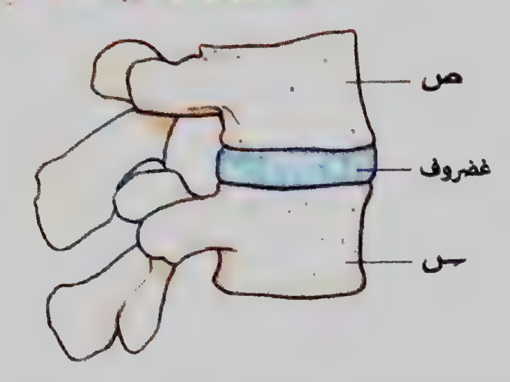
تتكون الفقرة العظمية النموذجية (فقرة قطنية) من عدة أجزاء هى :



* وظيفة العمود الفقرى :

- يعمل كدعامة رئيسية للجسم.
- يحمى الحبل الشوكى.
- يساعد فى حركة الرأس والنصف العلوى من الجسم.

Key Points



- يبلغ عدد النتوءات فى الفقرة العظمية (النموذجية) ٧ نتوءات.
- عدد النتوءات المزدوجة فى الفقرة النموذجية = ٣ أزواج.
- تتمفصل الفقرات مع بعضها من خلال النتوءات المفصلية.
- تتمفصل الفقرة السفلية (س) من خلال نتوءيها المفصليين الأماميين مع النتوءين المفصليين الخلفيين للفقرة العلوية لها (ص).
- الجذع هو المنطقة التى تتوسط جسم الإنسان وتشمل الصدر والبطن والحوض ويكون عدد الفقرات المتمفصلة فيها = ١٧ فقرة [١٢ ظهرية + ٥ قطنية].
- الفقرة المنصفة للعنق هى الفقرة ٤، بينما الفقرة المنصفة للعمود الفقرى هى الفقرة ١٧ (الظهرية أو الصدرية العاشرة).

٢ الجمجمة

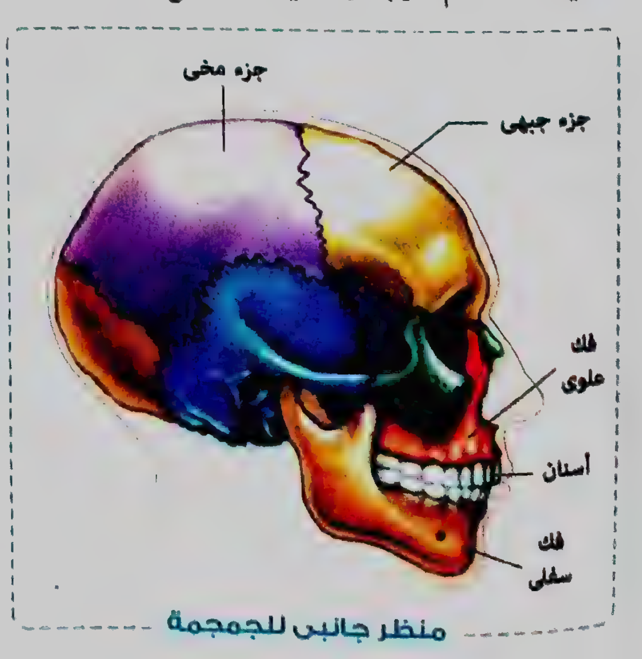
* علبة عظمية تتكون من جزئين، هما :

١ الجزء الخلفى (الجزء المخى) :

- يتكون من ٨ عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة، اتصالات متينة وتشكل هذه العظام تجويفًا يستقر فيه المخ لحمايته.
- يوجد فى قاع الجزء المخى ثقب كبير لكى يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكى.

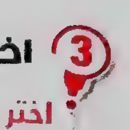
٢ الجزء الأمامى (الجزء الوجهى) :

يشمل عظام الوجه والفكين ومواضع أعضاء الحس (الأذنان، العينان، الأنف).

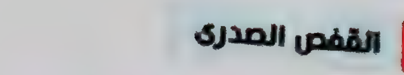


منظر جانبى للجمجمة

منظر سفلى للجمجمة



٣ القفص الصدرى



* علبة مخروطية الشكل تقريبًا تتصل من :

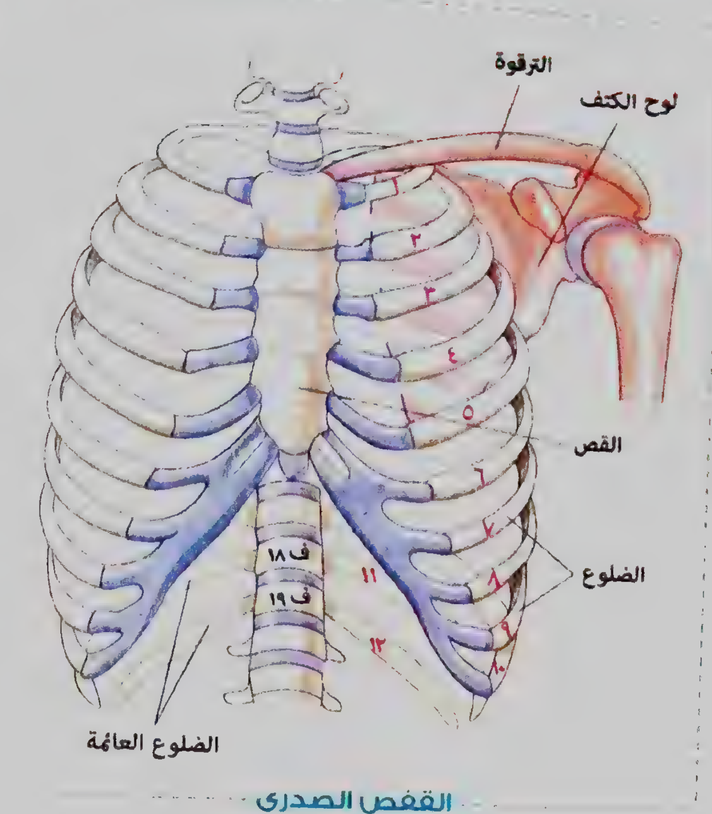
- الخلف بالفقرات الظهرية (١٢ فقرة).
- الأمام بعظمة القص.

* يتكون القفص الصدرى من :

اثنى عشر زوجًا من الضلوع وهى كالتالى :

① العشرة أزواج الأولى : تصل بين الفقرات الظهرية وعظمة القص.

② الزوجان الأخيران (الزوج الحادى عشر والزوج الثانى عشر) : قصيران، لا يتصلان بالقص لذا تسمى «الضلوع العائمة» وهما يتصلان بالفقرتين رقمى ١٨ ، ١٩ للعمود الفقرى.



القفص الصدرى

• الضلع : عظمة مقوسة تنحنى إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة العظمية ونتوءها المستعرض.

• عظمة القص : عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل، جزؤها السفلى غضروفى، يتصل بها العشرة أزواج الأولى من الضلوع.

* وظيفة القفص الصدرى :

- حماية القلب والرئتين.
- تساعد حركة الضلوع فى عملية التنفس، حيث :
  • تتحرك الضلوع أثناء عملية الشهيق إلى الأمام والجانبين، لتزيد من اتساع التجويف الصدرى.
  • تتحرك الضلوع أثناء عملية الزفير عكس ما يتم فى عملية الشهيق.

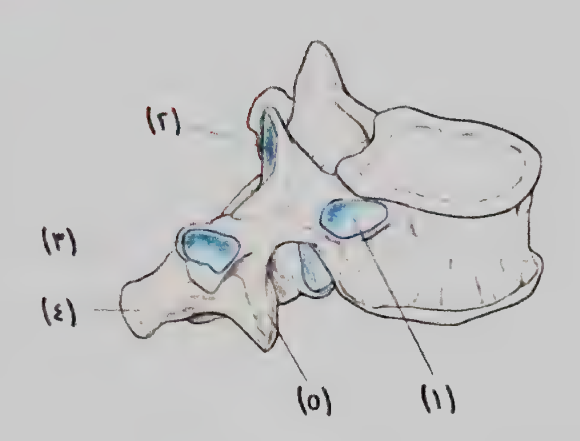
Key Points

• مجموع عظام القفص الصدرى = ٣٧ عظمة [١٢ زوج من الضلوع + ١ عظمة قص + ١٢ فقرة ظهرية].
• عدد العظام المتصلة بعظمة القص = ٢٢ عظمة [١٠ أزواج من الضلوع + ٢ عظمة ترقوة].
• رقم الفقرة الظهرية = رقم الضلع + ٧

3 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ ما التراكيب التى يتصل من خلالها الضلع بالفقرة الظهرية فى الشكل المقابل ؟

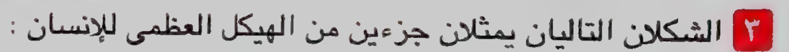


(أ) (١)، (٢)

(ب) (١)، (٣)

(ج) (٣)، (٥)

(د) (١)، (٤)



٢ الشكل المقابل يمثل جزء من العمود الفقرى للإنسان، فإذا كانت الفقـرة المشـار إليها برقـم (١) تتصل بالضلع الحادى عشـر، فماذا تمثل الفقرة المشار إليها برقم (٢) ؟

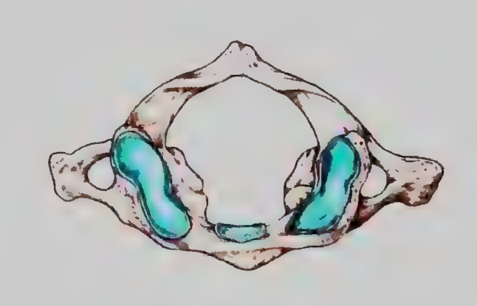
(أ) الصدرية الحادية عشر

(ب) الظهرية الثانية عشر

(ج) القطنية الأولى

(د) القطنية الثانية

٣ الشكلان التاليان يمثلان جزءين من الهيكل العظمى للإنسان :



شكل (١)

شكل (٢)

أى العبارات الآتية صحيحة بالنسبة لهذين الشكلين ؟

(أ) الشكل (١) ينتمى إلى الهيكل المحورى والشكل (٢) ينتمى إلى الهيكل الطرفى

(ب) الشكل (٢) يتصل بالشكل (١) عن طريق النتوءات المستعرضة

(ج) كل من الشكل (١) والشكل (٢) يقوم بحماية الجهاز العصبى المركزى

(د) الشكل (١) من مكونات القفص الصدرى والشكل (٢) من مكونات الهيكل المحورى

ب الهيكل الطرفى يتكون من :

١ الحزام الصدرى والطرفان العلويان

* **الحزام الصدرى :**

يتكون من نصفين متماثلين يتركب كل نصف منهما من (لوح الكتف – الترقوة) :

- **الترقوة** : عظمة باطنية رفيعة تتصل من الأمام بعظمة القص ومن الجانب بعظمة لوح الكتف
- **التجويف الأروح** : تجويف يوجد عند الطرف الخارجى لعظمة لوح الكتف يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونًا المفصل الكتفى
- **لوح الكتف** : عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلى عريض والخارجى مدبب به نتوء تتصل به الترقوة

عظمة العضد

- مجموع عظام الحزام الصدرى = ٤ عظام [٢ عظمة لوح الكتف + ٢ عظمة الترقوة].
- عدد العظام المكونة لمفصل الكتف = عظمتين [عظمة لوح الكتف + عظمة العضد].

* **الطرفان العلويان :**

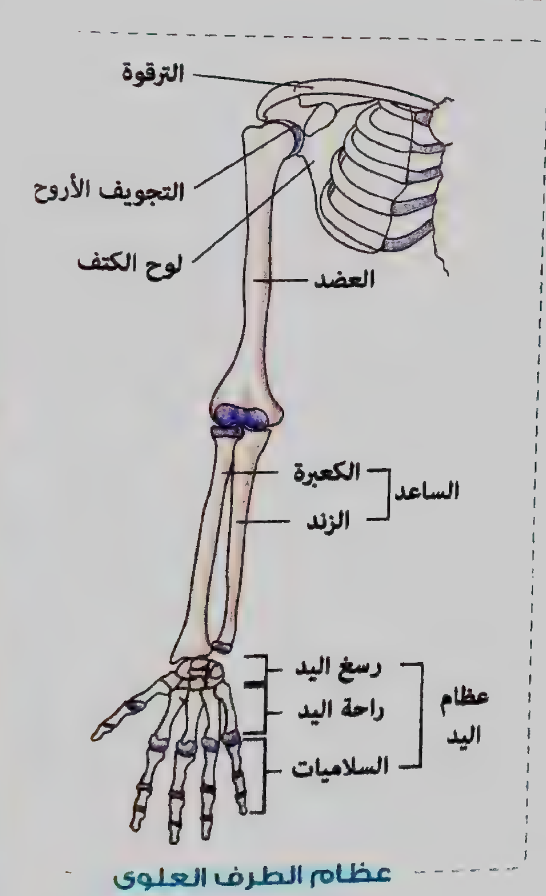
يتكون كل طرف علوى من :

١ **العضد** : عظمة تبدأ برأس (يستقر فى التجويف الأروح) ويوجد بأسفلها نتوء داخلى.

٢ **الساعد، ويتكون من عظمتين هما :**

– **الزند** : يحتوى طرفها العلوى على تجويف يستقر فيه النتوء الداخلى للعضد.

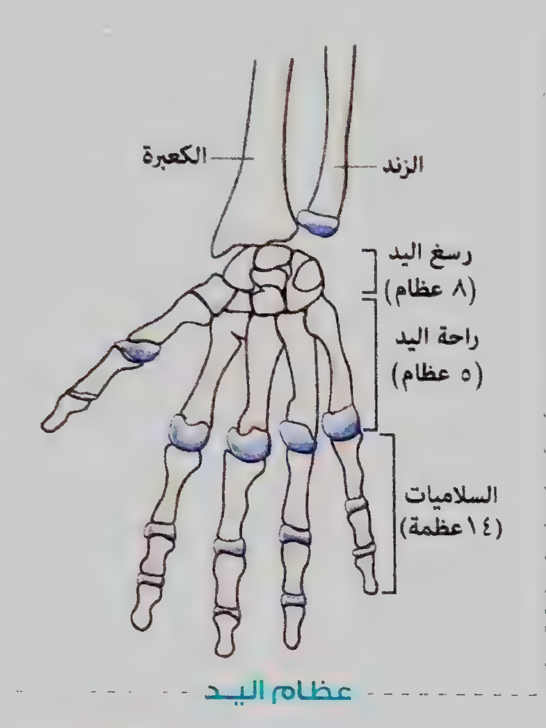
– **الكعبرة** : أصغر حجمًا من الزند، وتتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة.



عظام الطرف العلوى

٣ عظام اليد. وتتكون من :

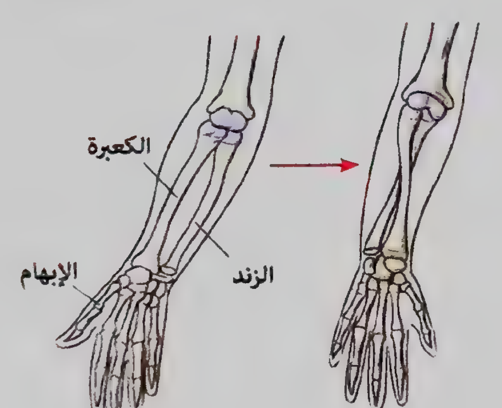
- **رسغ اليد** : يتكون من ٨ عظام فى صفين يتصل طرفها العلوى بالطرف السفلى للكعبرة (لا يتصل بعظمة الزند)، ويتصل طرفها السفلى بعظام راحة اليد.
- **راحة اليد** : تتكون من ٥ عظام رفيعة مستطيلة تؤدى إلى عظام الأصابع الخمسة.
- **أصابع اليد** : ٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.



عظام اليد

Key Points

- مجموع عظام الطرف العلوى الواحد = ٣٠ عظمة
[١ عضد + عظمتا الساعد (١ كعبرة + ١ زند) + عظام اليد (٨ رسغ اليد + ٥ راحة اليد + ١٤ سلامية)].
- **فى الوضع التشريحى** توجد عظمة الكعبرة جهة الخارج فى نفس جهة إصبع الإبهام.
- **عندما تتحرك عظمة الكعبرة** حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة تظهر عظمة الكعبرة متقاطعة مع عظمة الزند على شكل حرف (X).
- **عدد العظام المكونة لمفصل الكوع** = ٣ عظام (العضد + الكعبرة + الزند).

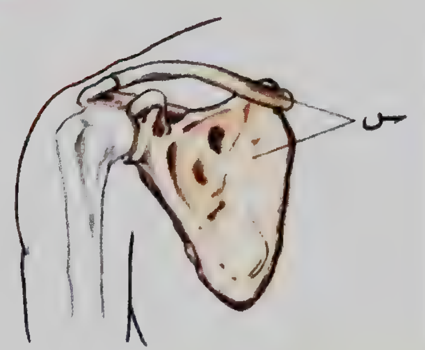


4 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ فى الشكل المقابل، أى الاختيارات التالية يعد صحيحًا لوصف الجزء المشار إليه بالحرف (س) ؟

Ⓐ منظر أمامى للحزام الصدرى الأيمن
Ⓑ منظر خلفى للحزام الصدرى الأيمن
Ⓒ منظر أمامى للحزام الصدرى الأيسر
Ⓓ منظر خلفى للحزام الصدرى الأيسر



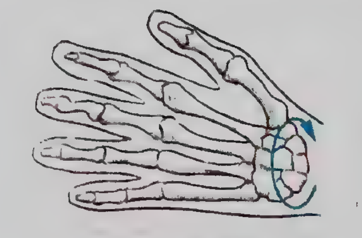
٢ ما العظمة التى يمثلها التركيب (س) فى الوضع التشريحى الموضح بالشكل المقابل ؟

أ الزند فى عظام الذراع الأيمن

ب الزند فى عظام الذراع الأيسر

ج الكعبرة فى عظام الذراع الأيمن

د الكعبرة فى عظام الذراع الأيسر



٣ فى الشكل المقابل يوضح السهم حركة كف اليد ١٨٠°،
أى العظام التالية تعتمد عليها تلك الحركة ؟

أ عظمة الكعبرة　　ب عظمة الزند

ج عظام راحة اليد　　د السلاميات

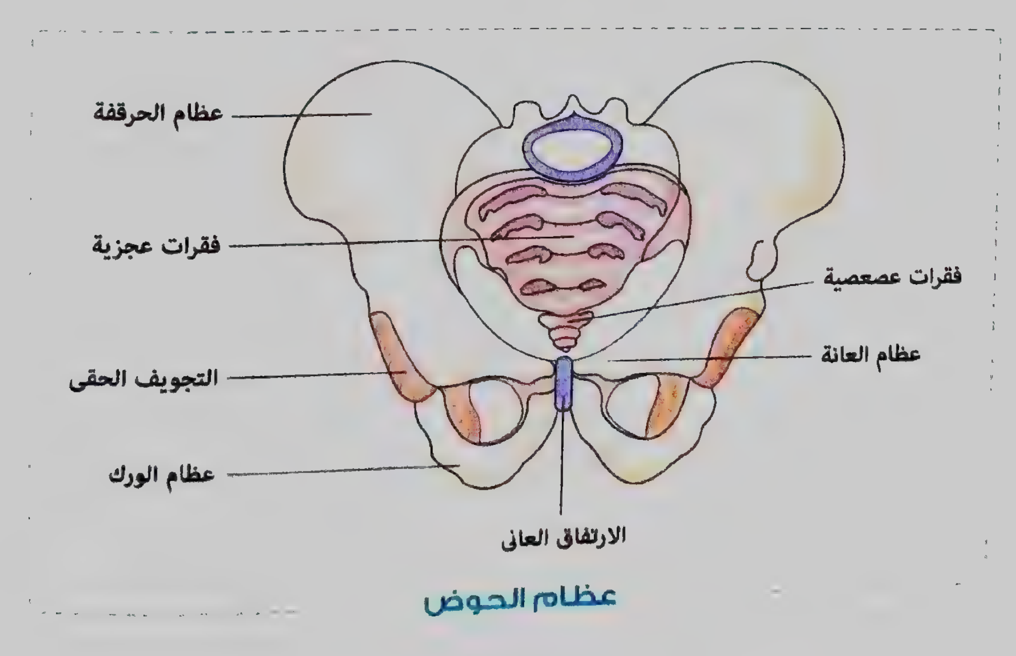
٢ الحزام الحوضى والطرفان السفليان

الارتفاق العانى

نسيج يمثل موضع التحام نصفى عظام الحوض المتماثلين فى الناحية الباطنية.

*** الحزام الحوضى :**

- يتكون من نصفين متماثلين يلتحمان فى الناحية الباطنية فى منطقة تسمى **«الارتفاق العانى»**، ويتركب كل نصف منهما من (الحرقفة الظهرية - العانة - الورك)، حيث تتصل عظمة الحرقفة الظهرية :
  - من الناحية الباطنية الأمامية **بعظمة العانة**.
  - من الناحية الباطنية الخلفية **بعظمة الورك**.
- يوجد تجويف عميق عند موضع اتصال عظام الحرقفة والورك والعانة يسمى **«التجويف الحقى»** يستقر فيه رأس عظمة الفخذ، ليكون مفصل الفخذ.
- تلتحم عظام كل نصف ببعضها مكونة عظمة واحدة، وبالتالى يتكون الحزام الحوضى من عظمتين.



عظام الحوض

Key Points

- عدد عظام الحوض = ٤ عظام (عظمتى الحزام الحوضى + عظمة العجز + عظمة العصعص).

أضف إلى معلوماتك

★ الفرق بين الحوض فى ذكر وأنثى الإنسان :

الحوض فى الذكر

الحوض فى الأنثى

عظام الحوض فى الأنثى أقل قوة وتجويف الحوض أكثر اتساعًا منه فى الذكر لكى تلائم عمليتى الحمل والولادة.

* الطرفان السفليان :

يتكون كل طرف سفلى من :

١ **الفخذ :** عظمة تبدأ برأس (يستقر فى التجويف الحقى) ويوجد بأسفلها نتوءان كبيران يتصلان بالساق عند المفصل الركبى الذى توجد أمامه **عظمة الرضفة**.

- **الرضفة**
  عظمة صغيرة مستديرة توجد أمام مفصل الركبة.

٢ **الساق وتتكون من عظمتين هما :**

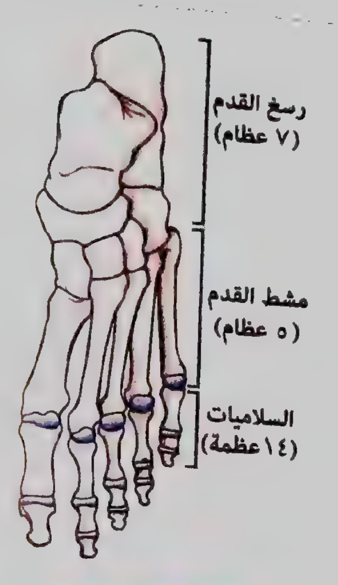
- القصبة (الداخلية).
- الشظية (الخارجية).

الحرقفة
التجويف الحقى
العانة
الورك
الفخذ
الرضفة
الشظية
القصبة
الساق
رسغ القدم
مشط القدم
السلاميات
عظام القدم

عظام الطرف السفلى

٣ عظام القدم، وتتكون من :

- رسـغ القدم : يتكون من ٧ عظام غير منتظمة الشـكل أكبرها هى العظمة الخلفية التى تكّون كعب القدم.
- مشط القدم : يتكون من ٥ عظام رفيعة وطويلة ينتهى كل منها بالإصبع.
- أصابـع القـدم : ٥ أصابـع يتكـون كـل منهـا مـن ٣ سـلاميات رفيعـة، ماعـدا إصبـع الإبهـام فيتكـون مـن سلاميتين فقط.



عظام القدم

Key Points

- مجموع عظام الطرف السفلى الواحد = ٣٠ عظمة
[١ فخذ + ١ رضفة + عظمتا الساق (١ شظية + ١ قصبة) + عظام القـدم (٧ رسـغ الـقدم + ٥ مشـط القدم + ١٤ سلامية)].
- أقل العظام تأثيرًا على حركة الجزء السفلى للطرف السفلى هى عظمة الشظية.
- عـدد العظـام المكونة لمفصل الركبة = ٣ عظام (عظمة الفخذ + الرضفة + القصبة).
- عـدد التجاويـف الموجـودة بالهيكل الطرفـى = ٦ تجاويـف (٢ تجويف أروح + ٢ تجويـف حقى + ٢ تجويف بعظمتى الزند).

5 اختبـر نفسـك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى العظام التالية يتصل بالجزء المشار إليه بالحرف (س) فى الشكل المقابل ؟

س

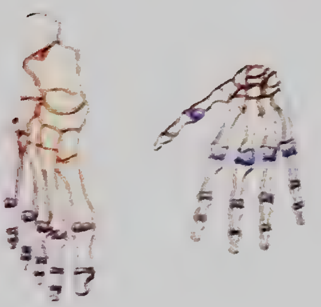
Ⓐ الزند
Ⓑ الكعبرة
Ⓒ القصبة
Ⓓ الشظية

٢ كم عدد العظام المكونة للشكل المقابل ؟

(أ) ٢
(ب) ٤
(ج) ٨
(د) ١١

٣ أى مما يلى يمثل وجه اختلاف بين الشكلين المقابلين ؟

(أ) نوع الهيكل المنتميان له
(ب) عدد العظام
(ج) عدد الأمشاط
(د) عدد السلاميات



* مما سبق يمكن عقد المقارنتين التاليتين :

١	الحزام الصدرى	الحزام الحوضى
مكان وجوده	يتصل بالطرفين العلويين للهيكل الطرفى	يتصل بالطرفين السفليين للهيكل الطرفى
التركيب	**يتكون من نصفين متماثلين يتركب كل نصف منهما من**	
	* لوح الكتف : عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلى عريض والخارجى مدبب به نتوء تتصل بـه الترقوة ويوجد عند الطرف الخارجى لعظمة لوح الكتف تجويف يسمى «**التجويف الأروح**» الذى يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونًا المفصل الكتفى. * الترقوة : عظمة باطنية رفيعة تتصل من الأمام بعظمة القص ومن الجانب بعظمة لوح الكتف.	* عظمة الحرقفة الظهرية **التى تتصل** : – من الناحية الباطنية الأمامية **بعظمة العانة**. – من الناحية الباطنية الخلفية **بعظمة الورك** ويوجد عند موضع اتصال الحرقفة والورك والعانة تجويف عميق يسمى «**التجويف الحقى**» الذى يستقر فيه رأس عظمة الفخذ مكونًا مفصل الفخذ.

الطرفان العلويان

يتكون كل طرف منهما من

① **العضد** : عظمة تبدأ برأس (يستقر فى التجويف الأروح) ويوجد بأسفلها نتوء داخلى.

② **الساعد** يتكون من عظمتين وهما :
- **الزند** : يحتوى طرفها العلوى علـى تجويف يستقـر فيه النتوء الداخلى للعضد.
- **الكعبـرة** : أصغـر حجمًا من الزنـد، وتتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة.

③ **عظام اليد** وتتكون من :
- **رسـغ اليـد** : يتكـون من ٨ عظام فـى صفين يتصل طرفهـا العلـوى بالطرف السـفلى للكعبـرة ويتصل طرفها السفلى بعظام راحة اليد.
- **راحـة اليـد** : تتكـون مـن ٥ عظام رفيعة مسـتطيلة تؤدى إلى عظام الأصابع الخمسة.
- **أصابـع اليـد** : ٥ أصابع يتكـون كـل منهـا مـن ٣ سـلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.

الطرفان السفليان

① **الفخذ** : عظمة تبدأ برأس (يستقر فى التجويف الحقى) ويوجد بأسـفلها نتوءان كبيران يتصلان بالسـاق عند المفصل الركبى الذى توجد أمامه عظمة الرضفة.

② **الساق** تتكون من عظمتين وهما :
- القصبة (الداخلية).
- الشظية (الخارجية).

③ **عظام القدم** وتتكون من :
- **رسغ القدم** : يتكون من ٧ عظام غير منتظمة الشكل أكبرها هى العظمة الخلفية التى تكوِّن كعب القدم.
- **مشـط القـدم** : يتكـون من ٥ عظـام رفيعـة وطويلة ينتهى كل منها بالإصبع.
- **أصابـع القـدم** : ٥ أصابـع يتكـون كل منهـا مـن ٣ سـلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.

ثانيًا الغضاريف

* نوع من الأنسجة الضامة.

* **تركيبها :**
- تتكون من خلايا غضروفية.
- لا تحتوى على أوعية دموية لذلك تحصل على الغذاء والأكسجين من خلايا العظام بالانتشار.

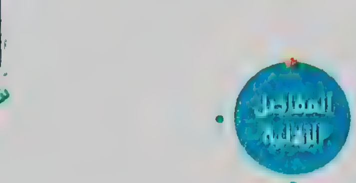
* **أماكن تواجدها :**
- تشكل بعض أجزاء الجسم مثل الأذن، الأنف، الشعب الهوائية للرئتين.
- توجد غالبًا عند أطراف العظام وخاصةً عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقرى.

* **وظيفتها :** حماية العظام من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر ببعضها.

ثالثًا المفاصل

* تصنف المفاصل إلى **ثلاثة** أنواع حسب طبيعة النسيج الذى يربط بين العظام وبعضها كالتالى :

أنواع المفاصل



شاهد الفيديو

المفاصل الليفية - المفاصل الغضروفية - المفاصل الزلالية

حسب نوع الحركة

مفاصل محدودة الحركة - مفاصل واسعة الحركة

١ المفاصل الليفية

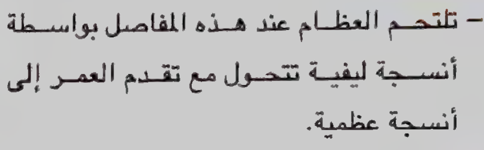
* خصائصها :

– تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية تتحول مع تقدم العمر إلى أنسجة عظمية.

– معظمها لا يسمح بالحركة.

* مثال :

– المفاصل التى توجد بين عظام الجمجمة وتربطها معًا عند أطرافها المسننة.



المفاصل الليفية

٢ المفاصل الغضروفية

* خصائصها :

– تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة.

– معظمها يسمح بحركة محدودة جدًا .

* مثال :

– المفاصل التى توجد بين فقرات العمود الفقرى.

المفاصل الغضروفية

٣ المفاصل الزلالية

* خصائصها :

– تشكل معظم مفاصل الجسم.

– مرنة تتحمل الصدمات.

– تسمح بسهولة الحركة **حيث** :

• يغطى سطح العظام المتلامسة فى هذه المفاصل طبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة ملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك.

- تحتوى على سائل مصلى أو زلالى يسهل من انزلاق الغضاريف التى تكسو أطراف العظام.

- **أنواعها :**

تنقسم المفاصل الزلالية حسب نوع الحركة إلى :

١ مفاصل محدودة الحركة :

– هى المفاصل التى تسمح بحركة إحدى العظام فى اتجاه واحد فقط.

– **مثل :**

- مفصل الكوع.
- مفصل الركبة.

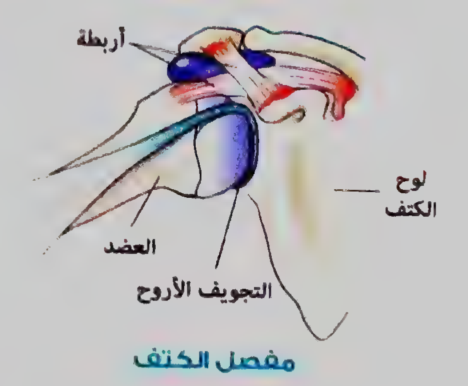
مفصل الكوع

٢ مفاصل واسعة الحركة :

– هى المفاصل التى تسمح بحركة العظام فى اتجاهات مختلفة.

– **مثل :**

- مفصل الكتف.
- مفصل الفخذ.



مفصل الكتف

Key Points

- **الملاءمة الوظيفية للمفاصل الزلالية :**

– **مرنة :** لتتحمل الصدمات.

– **تحتوى على سائل مصلى أو زلالى :** لتسهل من انزلاق الغضاريف التى تكسو أطراف العظام عند المفاصل.

– **يُغطى سطح العظام المتلامسة عند هذه المفاصل طبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة ملساء :** مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك.

– **يوجد عندها الأربطة :** لتربط العظام ببعضها عند المفاصل وتحدد حركة العظام فى الاتجاهات المختلفة.

اختبـر نفسـك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ كم عدد العظام المكونة للمفصل المشار إليه بالحرف (ص) فى الشكل المقابل ؟

ص

(أ) عظمتين (ب) ٣ عظام

(ج) ٤ عظام (د) ٨ عظام

٢ ما نوع المفصلين الزلاليين اللذان تدخل فى تكوينهما العظمة التى أمامك ؟

(أ) محدودى الحركة عند كل من (ـس) ، (ص)

(ب) واسعى الحركة عند كل من (ـس) ، (ص)

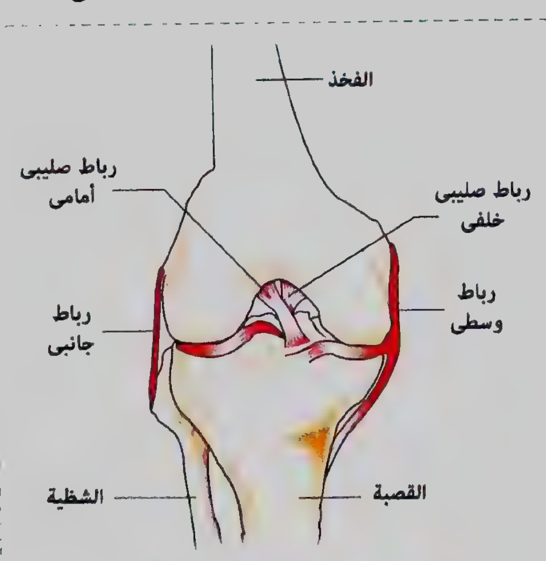
(ج) محدود الحركة عند (ـس) وواسع الحركة عند (ص)

(د) واسع الحركة عند (ـس) ومحدود الحركة عند (ص)

رابعًا الأربطـة

شاهد الفيديو

* عبارة عن حزم منفصلة من النسيج الضام الليفى تثبت أطرافها على عظمتى المفصل.
* **خصائصها :** تتميز أليافها بـ :
  - متانتها القوية.
  - وجود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلًا حتى لا تنقطع فى حالة تعرض المفصل لضغط خارجى.
* **وظيفتها :**
  - ربط العظام ببعضها عند المفاصل.
  - تحديد حركة العظام عند المفاصل فى الاتجاهات المختلفة.
* **مثال :** الأربطة فى مفصل الركبة، **هى :**
  1. رباط صليبى أمامى.
  2. رباط صليبى خلفى.
  3. رباط وسطى.
  4. رباط جانبى.
* فـى بعـض الحالات قد يحـدث تمـزق للأربطة وذلك عند حدوث التواء فى بعض المفاصل كما فى الرباط الصليبى فى مفصل الركبة.



الأربطة فى مفصل الركبة

Key Points

- **ترتبط عظمة الفخذ بعظمة القصبة بثلاثة أربطة، هى :**
  - الرباط الوسطى.
  - الرباط الصليبى الأمامى.
  - الرباط الصليبى الخلفى.
- ترتبط عظمة الفخذ بعظمة الشظية بالرباط الجانبى فقط.
- تحتوى المفاصل الزلالية والغضروفية على أربطة تربط العظام ببعضها.

خامسًا الأوتـــار

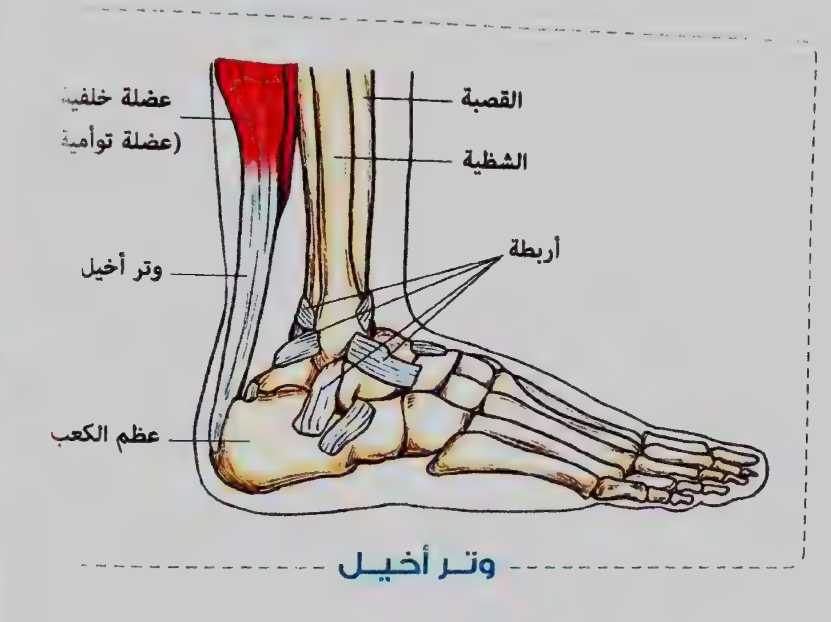
* عبارة عن نسيج ضام قوى.

* **وظيفتها :**

ربط العضلات بالعظام عند المفاصل بما يسـمح بالحركة عند انقباض وانبسـاط العضلات.

* **مثال :** وتر أخيل :

- **أهميتـه :** يصـل العضلـة التوأمية (عضلـة بطن السـاق) بعظمـة الكعب مما يساعد على حركة كعب القدم.



وتـر أخيـل

- **تمزق وتر أخيل :**

أسبابه	• بذل مجهود عنيف. • تقلص العضلة التوأمية بشكل مفاجئ. • انعدام المرونة فى العضلة التوأمية.
أعراضه	• عدم القدرة على المشى. • ثقل فى حركة القدم. • آلام حادة.
علاجه	• استخدام الأدوية المضادة للالتهابات والمسكنة للآلام. • استخدام جبيرة طبية. • التدخل الجراحى وذلك فى حالة إذا كان تمزق الوتر كاملًا.

أضيف إلى معلوماتك

سـمى وتر أخيل بهذا الاسـم نسـبةً للمحارب اليونانى الشهير أخيل الذى أصيب بسهم فى كعبه فى حرب طروادة مما أدى إلى سقوطه فتم قتله.

7 اختبـر نفسـك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

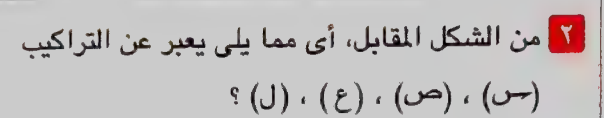
١ من الشكل المقابل، ماذا يمثل كل من التركيب المشار إليه بالحرف (س) والمشار إليه بالحرف (ص) على الترتيب ؟

Ⓐ عضلة / وتر

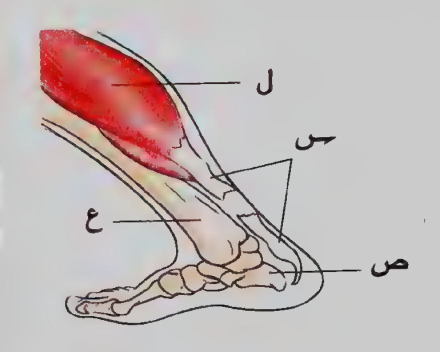
Ⓑ عضلة / رباط

Ⓒ وتر / رباط

Ⓓ رباط / وتر



٢ من الشكل المقابل، أى مما يلى يعبر عن التراكيب (س) ، (ص) ، (ع) ، (ل) ؟



	س	ص	ع	ل
Ⓐ	وتر أخيل	عظمة الكعب	عضلة	القصبة
Ⓑ	عظمة الكعب	وتر أخيل	عضلة	القصبة
Ⓒ	وتر أخيل	عضلة	القصبة	عظمة الكعب
Ⓓ	وتر أخيل	عظمة الكعب	القصبة	عضلة

الدرس الثانى

الحركة فى الكائنات الحية

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يفسر سبب التفاف المحاليق حول الدعامة.
- يفرق بين الشد فى المحاليق وفى جذور الكورمات والأبصال.
- يوضح التآزر بين الأجهزة الثلاثة «الهيكلى والعصبى والعضلى».
- يذكر وظائف الجهاز العضلى فى الإنسان.
- يتعرف تركيب العضلة.
- يفسر آلية الحركة.
- يتعرف الوحدة الحركية التى تعتبر الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.
- يفسر سبب إجهاد العضلة.
- يكتسب مهارة الربط بين التركيب والوظيفة فى الهيكل العظمى والجهاز العضلى.

* **الحركة** ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية وهى تنشأ ذاتيًا نتيجة تعرض الكائن الحى لإثارة ما فيستجيب لها إيجابًا أو سلبًا، وفى كلتا الحالتين تكون الاستجابة حدوث الحركة.

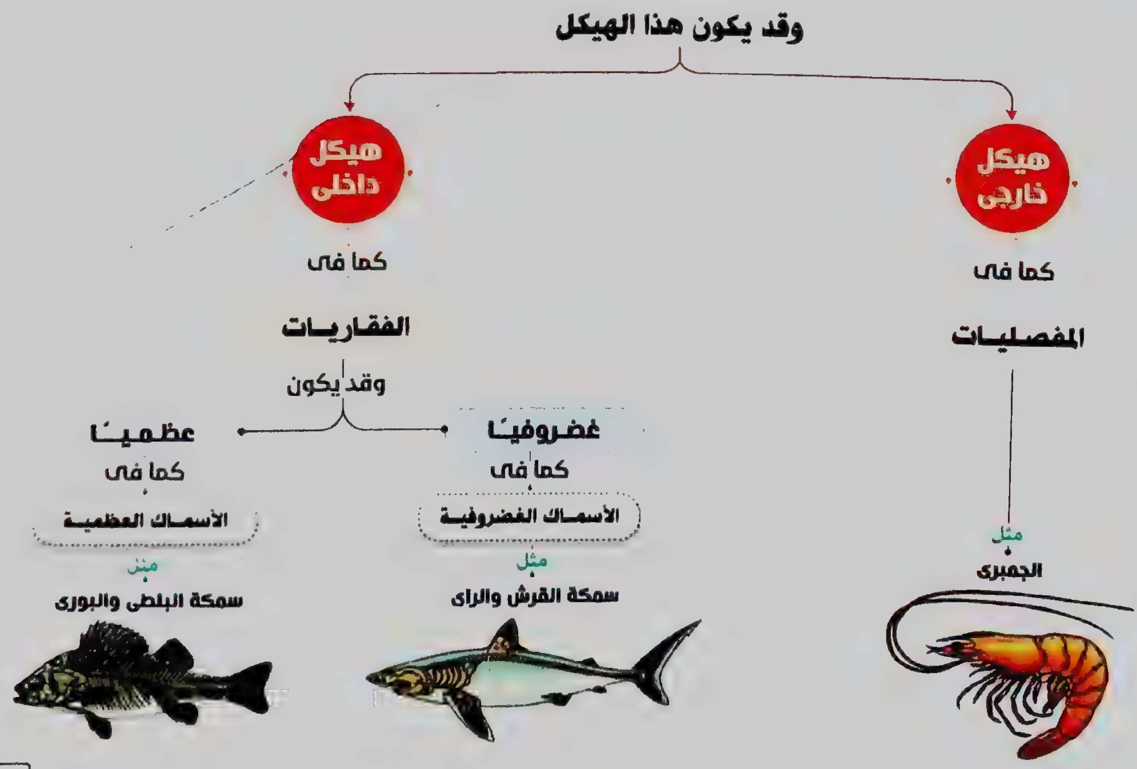
أنواع الحركة فى الكائنات الحية

١ حركة دائبة	* تحدث داخل كل خلية من خلايا الكائن الحى لاستمرار أنشطته الحيوية، **ومن أمثلتها** الحركة السيتوبلازمية.
٢ حركة موضعية	* تحدث لبعض أجزاء الكائن الحى، **ومن أمثلتها** الحركة الدودية فى أمعاء الفقاريات.
٣ حركة كلية	* يتحرك بها الكائن الحى من مكان لآخر بحثًا عن الغذاء أو سعيًا وراء الجنس الآخر أو تلافيًا لخطر ما فى بيئته. * تؤدى إلى زيادة انتشار الحيوان، وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة كلما اتسعت دائرة انتشاره.

شروط الحركة وحفظ التوازن فى الحيوان

١ وجود هيكل صلب (دعامة) تتصل به العضلات، ليتمكن الحيوان من الحركة والمحافظة على توازنه.

٢ أن يتكون الهيكل من قطع تتصل ببعضها اتصالًا مفصليًا يتيح الحركة.



أولًا الحركة فى النبات Locomotion in Plant

تتعدد أنواع الحركة فى النبات تبعًا لنوع المثير كالتالى :

شاهد الفيديو

أ حركة اللمس

* كما فى نبات المستحية، حيث تتدلى الوريقات بمجرد لمسها كما لو كان أصابها الذبول.

ب حركة النوم واليقظة

* كما فى نبات المستحية وبعض البقوليات حيث :
– تتقارب الوريقات بحلول الظلام مما يعبر عن نوم النبات.
– تنبسط الوريقات بحلول النور مما يعبر عن يقظة النبات.

أضف إلى معلوماتك

حركة اللمس تتأثر بها الورقة المركبة (بما تحمله من وريقات) التى تم لمسها فقط أما حركة النوم واليقظة تتأثر بها كل الأوراق ومحاور النبات.

نبات المستحية

جـ حركة الانتحاء

* كما فى **جميع النباتات** حيث تستجيب مختلف أجزاء النبات لمؤثرات مختلفة وهى الضوء والرطوبة والجاذبية.

د حركة الشد

١ حركة الشد فى محاليق النباتات المتسلقة

* **تتم بواسطة المحاليق وتحتاج إلى دعامة صلبة، حيث :**

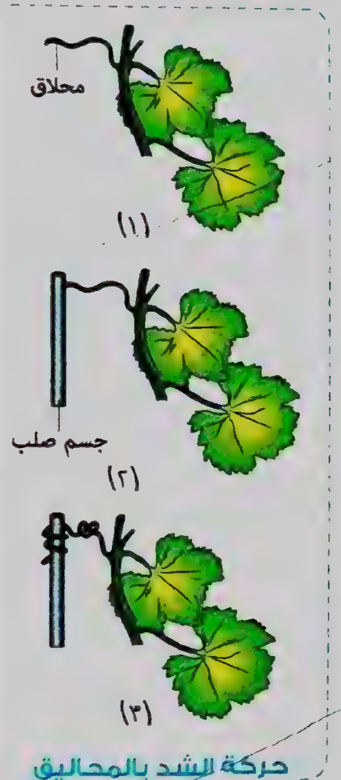
(١) يبدأ الحالق (المحلاق) عمله بأن يدور فى الهواء حتى يلامس جسمًا صلبًا.

(٢) يلتف الحالق حول الجسم الصلب بمجرد لمسه ويلتصق به بقوة.

(٣) يتموج ما بقى من أجزاء الحالق فى حركة لولبية فينقص طوله وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة فيستقيم الساق رأسيًا.

(٤) يتغلظ الحالق بعد أن يستقيم الساق رأسيًا وذلك لما يتكون فيه من أنسجة دعامية فيقوى ويشتد.

* **أهمية هذه الحركة :** استقامة الساق رأسيًا.



حركة الشد بالمحاليق فى نبات العنب

ملاحظات

(١) يتحرك المحلاق حول الدعامة، **بسبب :**

– بطء نمو المنطقة التى تلامس الدعامة.

– سرعة نمو المنطقة التى لا تلامس الدعامة فتستطيل.

مما يؤدى إلى التفاف الحالق حول الدعامة.

(٢) إذا لم يجد الحالق ما يلتصق به أثناء حركته الدورانية فإنه يذبل ويموت.

* **أمثلة للنباتات المتسلقة بالمحاليق :**

عنب — خيار — بازلاء

Key Points

• **الحركة فى النبات تبعًا للمؤثر :**

حركة تعتمد على الأسموزية	حركة تعتمد على الأوكسينات
– حركة سريعة. – **مثل :** حركة اللمس، حركة النوم واليقظة.	– حركة بطيئة. – **مثل :** حركة الانتحاء، حركة الشد.

٢ حركة الشد فى جذور الكورمات والأبصال (كما فى أبصال النرجس).

* **تتم بواسطة الجذور الشادة، حيث :**

– تتقلص جذور الكورمة أو البصلة فتشد النبات إلى أسفل.

– تهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعى المناسب لها.

* **أهمية هذه الحركة :**

تظل الساق الأرضية المختزنة (الكورمة أو البصلة) دائمًا على بُعد مناسب عن سطح الأرض (التربة) مما يزيد من تدعيمها وتأمين أجزائها الهوائية ضد تأثير الرياح.

سطح الأرض

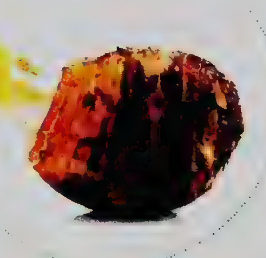
العمق بالسنتيمترات

(١) (٢) (٣) (٤)

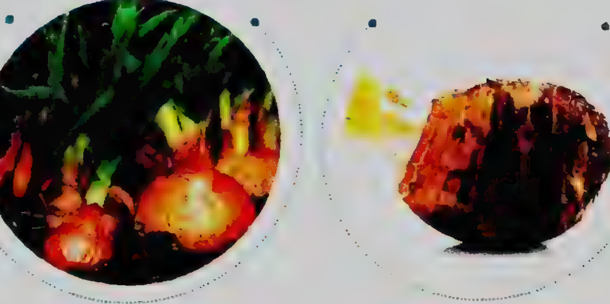
حركة الشد فى الجذور لأبصال النرجس

* **أمثلة للسيقان الأرضية المختزنة :**

زنجبيل «ريزومة»



قلقاس «كورمة»



بصل «بصلة»

أضف إلى معلوماتك

السيقان الأرضية المختزنة هى سيقان بعض النباتات التى تلجأ للنمو تحت سطح التربة لتتجنب التعرض للمؤثرات الجوية، مثل درجات الحرارة المنخفضة أثناء فصل الشتاء بصفة خاصة وتعمل على تخزين المواد الغذائية بها ويمكنها التكاثر خضريًا.

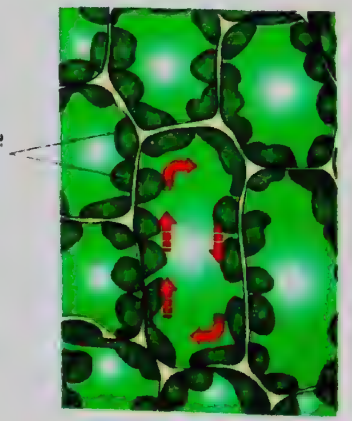
★ مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :

	حركة الشد بالمحاليق	حركة الشد بالجذور الشادة
المفهوم	التفاف محالق النبات المتسلق حول الدعامة فيقوم بشد ساق النبات فى اتجاه الدعامة	تقلص جذور السيقان الأرضية المختزنة كالكورمات أو الأبصال فتشد النبات لأسفل
كيفية حدوث الحركة	* يدور الحالق فى الهواء بحثًا عن جسم صلب (الدعامة). * يلتف الحالق حول الدعامة بمجرد لمسها ويلتصق بها بقوة. * يتموج ما بقى من أجزاء الحالق فى حركة لولبية فينقص طوله وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة فيستقيم الساق رأسيًا.	* تتقلص جذور الكورمة أو البصلة فتشد النبات إلى أسفل. * تهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعى المناسب لها.
الأهمية	تشد ساق النبات المتسلق نحو الدعامة فتعمل على استقامة الساق رأسيًا	تجعل الساق الأرضية المختزنة دائمًا على بُعد مناسب عن سطح الأرض (التربة) مما يزيد من تدعيمها وتأمين أجزائها الهوائية ضد تأثير الرياح
أمثلة	البازلاء	أبصال النرجس

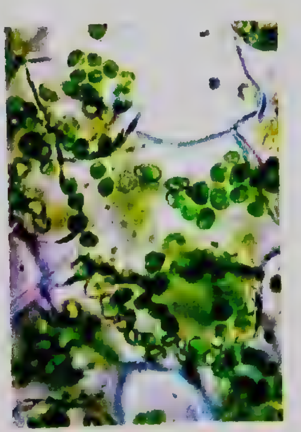
هـ الحركة الدورانية السيتوبلازمية

شاهد الفيديو

* من أهم خصائص السيتوبلازم الحى أنه يتحرك فى دوران مستمر داخل الخلية.
* تتضح هذه الحركة : عند فحص خلية ورقة **نبات الإيلوديا** (نبات مائى) تحت القوة الكبرى للمجهر الضوئى، **حيث يلاحظ ما يلى :**
- يُبطن جدار الخلية من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم.
- ينساب السيتوبلازم فى حركة دورانية مستمرة داخل الخلية فى اتجاه واحد.
- يمكن الاستدلال على حركة السيتوبلازم من خلال دوران البلاستيدات الخضراء المنغمسة فى السيتوبلازم محمولة فى تياره.



الحركة الدورانية للسيتوبلازم


حركة البلاستيدات داخل الخلايا

مجاب عنها

8 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى أنواع الحركات التالية توجد فى الكائن الحى الموضح بالشكل المقابل ؟

ⓐ موضعية فقط
ⓑ كلية فقط
ⓒ دائبة وموضعية
ⓓ دائبة وكلية

٢ ما مدى صحة العبارتين التاليتين، تحدث حركة الانتحاء فى جميع النباتات، وذلك من خلال السيقان التى تستجيب لمؤثرات مختلفة مثل الرطوبة ؟

ⓐ العبارة الأولى صحيحة والعبارة الثانية خطأ
ⓑ العبارة الأولى خطأ والعبارة الثانية صحيحة
ⓒ العبارتان صحيحتان
ⓓ العبارتان خطأ

ثانيًا الحركة فى الإنسان (كمثال للثدييات)

* **تعتمد حركة الجسم على التعاون والتناسق بين ثلاثة أجهزة رئيسية وهى :**

١ **الجهاز الهيكلى**	- يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات. - يعمل كدعامة للأطراف المتحركة. - تقوم المفاصل بدور هام فى حركة أجزاء الجسم المختلفة.
٢ **الجهاز العصبى**	- يلعب الجهاز العصبى دورًا هامًا فى حركة الجسم حيث إن الجهاز العصبى يعطى الأوامر للعضلات على شكل سيالات عصبية فتتم الاستجابة تبعًا لذلك فى صورة انقباض أو انبساط للعضلات بما يسمح بالحركة.
٣ **الجهاز العضلى**	- مسئول عن حركة أجزاء الجسم حيث إن انقباض وانبساط بعض العضلات يؤدى إلى حدوث الحركة، **ويتمثل الجهاز العضلى فى :** • **العضلات الإرادية (الهيكلية أو المخططة) :** وهى التى يستطيع الإنسان التحكم فيها وتشمل معظم عضلات الجسم. • **العضلات اللاإرادية :** وهى التى لا يستطيع الإنسان التحكم فيها وتشمل العضلات الملساء وعضلة القلب.

* **لقد سبق لنا دراسة الجهازين الهيكلى والعصبى فى الإنسان ويمكننا الآن دراسة الجهاز العضلى.**

الجهـــاز العضـــلى Muscular System

* يتركب الجهاز العضلى من مجموعة وحدات تركيبية تسمى «العضلات»
أى أن الجهاز العضلى هو مجموع عضلات الجسم.

العضـلات

تكوينها

عبارة عن مجموعة من الأنسجة العضلية والتى تعرف بـ «اللحم».

عددها

يقدر عدد عضلات الجسم بحوالى ٦٢٠ عضلة أو أكثر.

خصائصها

- خيطية الشكل بصفة عامة.
- لها القدرة على الانقباض والانبساط.

وظائفها

ضرورية لتأدية النشاطات والوظائف التالية :

١ **الحركة** وتشمل تغيير وضع عضو معين من الجسم بالنسبة لبقية الجسم، وبالتالى تحريك أجزاء الجسم المختلفة وأداء الإنسان لحركاته الميكانيكية.

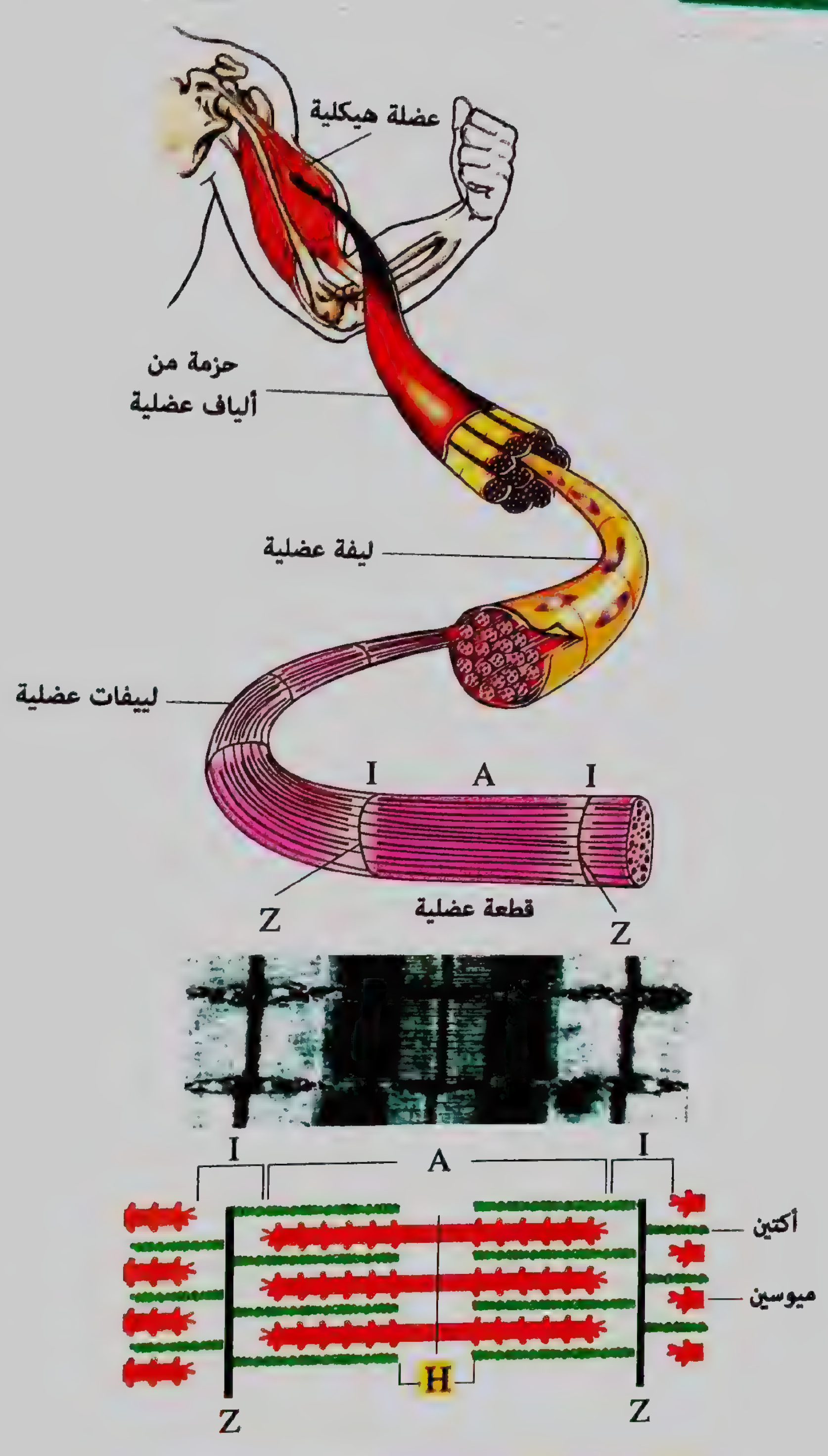
٢ **الانتقال** من مكان لآخر.

٣ **المحافظة على وضع الجسم** فى الجلوس أو الوقوف، وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.

٤ **استمرار حركة الدم** داخل الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم طبيعيًا نتيجة انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة فى جدران هذه الأوعية.

منظر أمامى للعضلات فى الإنسان

تركيب العضلة الهيكلية



A : منطقة داكنة
H : منطقة شبه مضيئة
I : منطقة مضيئة
Z : خط داكن

تركيب العضلة الهيكلية

- تتركب العضلة الهيكلية من عدد كبير من خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها تسمى «الألياف (الخلايا) العضلية».
- توجد الألياف العضلية دائمًا فى مجموعات تعرف بـ «الحزم العضلية» التى تحاط بغشاء يعرف بـ «غشاء الحزمة».

تتكون الليفة (الخلية) العضلية من

- المادة الحية (البروتوبلازم) وهى تشمل :
  - السيتوبلازم (الذى يعرف فى العضلات باسم الساركوبلازم).
  - عدد كبير من الأنوية.
- غشاء خلوى يسمى «الساركوليما» يحيط بالساركوبلازم.
- مجموعة لييفات عضلية يتراوح عددها ما بين ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ لييفة مرتبة طوليًا وموازية للمحور الطولى للعضلة.

تتكون كل لييفة عضلية من

- مجموعة من الأقراص (المناطق) المضيئة :
  - يرمز لها بـ (I).
  - تتكون من خيوط بروتينية رفيعة تسمى «أكتين» ويقطعها فى منتصفها خط داكن يظهر كخط متعرج (Zigzag) لذا يرمز له بـ (Z).
- مجموعة من الأقراص (المناطق) الداكنة :
  - يرمز لها بـ (A).
  - تتكون من خيوط الأكتين بالإضافة إلى نوع آخر من الخيوط البروتينية السميكة تسمى «الميوسين»، ويتوسطها منطقة شبه مضيئة يرمز لها بـ (H) وهى تتكون من خيوط الميوسين السميكة فقط.

القطعة العضلية (الساركومير)

المسافة بين كل خطين متتاليين (Z) والموجودة فى منتصف المناطق المضيئة فى اللييفة العضلية.

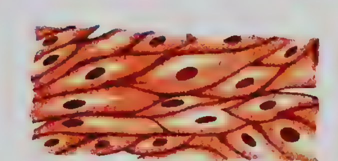
★ مما سبق يتضح أن :

- المناطق التى بها أكتين فقط هى المناطق المضيئة (I).
- هناك خط داكن (Z) يتوسط المناطق المضيئة.
- المناطق التى بها ميوسين فقط هى المناطق شبه المضيئة (H).
- المناطق التى بها أكتين وميوسين معًا هى المناطق الداكنة (A).

ملاحظات

(١) توجد المناطق الداكنة والمضيئة فى العضلات الهيكلية والقلبية فقط لذلك سميت بالعضلات المخططة.

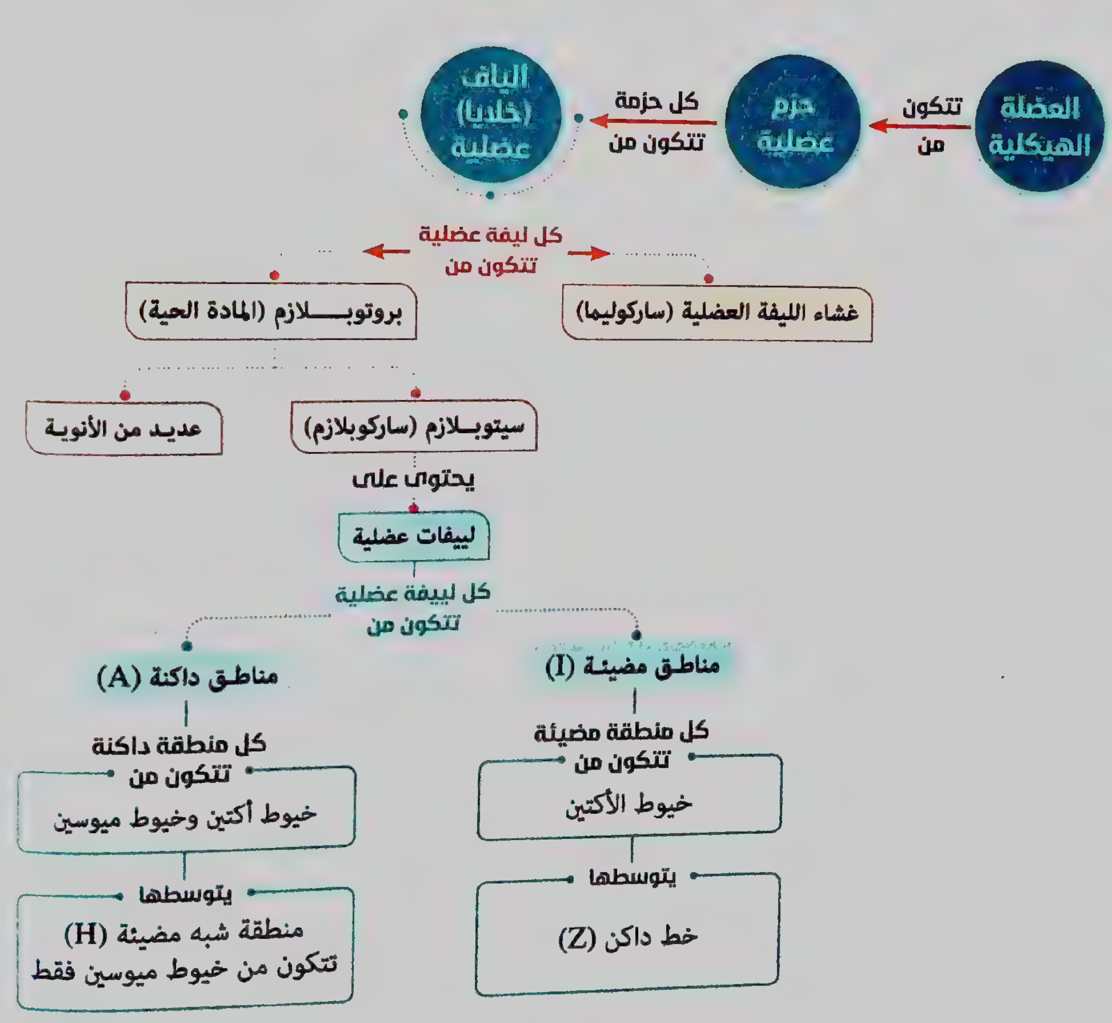
عضلات هيكلية


عضلات قلبية

(٢) لا توجد المناطق الداكنة والمضيئة فى العضلات الملساء لذلك سميت بالعضلات غير المخططة.

عضلات ملساء

يمكن إيجاز تركيب العضلة الهيكلية فى المخطط التالى :



Key Points

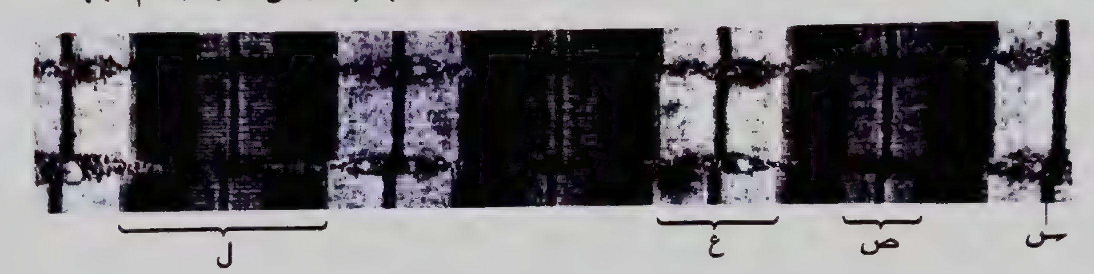
- **فى الليفة العضلية الواحدة :**
  - عدد المناطق شبه المضيئة (H) = عدد المناطق الداكنة (A) = عدد القطع العضلية.
  - عدد المناطق المضيئة (I) الكاملة = عدد القطع العضلية – ١
  - عدد الخطوط الداكنة (Z) = عدد القطع العضلية + ١
- أقل عدد من الليفات فى العضلة الهيكلية = عدد الألياف العضلية × ١٠٠٠
- أكبر عدد من الليفات فى العضلة الهيكلية = عدد الألياف العضلية × ٢٠٠٠

9 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكل التالى يوضح جزء من تركيب عضلة هيكلية تحت الميكروسكوب الإلكترونى، ادرسها ثم أجب :



(١) ماذا تمثل المناطق (س) ، (ص) ، (ع) ، (ل) على الترتيب ؟

Ⓐ خط (Z) / المنطقة (H) / المنطقة (A) / المنطقة (I)

Ⓑ المنطقة (H) / المنطقة (A) / المنطقة (I) / خط (Z)

Ⓒ المنطقة (A) / المنطقة (I) / المنطقة (H) / خط (Z)

Ⓓ خط (Z) / المنطقة (H) / المنطقة (I) / المنطقة (A)

(٢) كم عدد القطع العضلية الموضحة بالشكل ؟

أ ٢ ب ٣

ج ٤ د ٥

٢ إذا تم إزالة خيوط الميوسين من ليفة عضلية، فسوف تكون القطع العضلية المكونة لهذه الليفة ....

أ كلها معتمة ب كلها شبه مضيئة

ج كلها مضيئة د بعضها مضيء وبعضها معتم

٣ كم عدد المناطق المضيئة الكاملة لليفة عضلية تحتوى على ٨ خطوط داكنة ؟

أ ٤ ب ٥

ج ٦ د ٧

الانقباض العضلى

* تتحمل العضلات مسئولية حركة الجسم وذلك لقدرتها على الانقباض والانبساط.

* **كيفية انقباض العضلة الهيكلية (الإرادية) :**
يتم انقباض العضلة الهيكلية تحت تأثير السيالات العصبية وفسيولوچية استجابة العضلة لهذا الحافز العصبى وذلك بالتنسيق والتآزر بين الجهاز الهيكلى والعصبى والعضلى.

* **ويتم انتقال السيال العصبى إلى العضلة الهيكلية كالتالى :**

١ فى حالة الراحة (قبل استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيال العصبى).

* السطح الخارجى لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات موجبة.
* السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات سالبة.
* ينشأ فرق فى الجهد نتيجة الفرق فى تركيز الأيونات بين خارج وداخل غشاء الليفة العضلية وهو ما يسمى بحالة «**الاستقطاب Polarization**».

+ + + + + + + + + + +
غشاء الليفة
− − − − − − − − − − −

• الاستقطاب
حالة غشاء الليفة العضلية عندما يكون سطحها الخارجى موجبًا وسطحها الداخلى سالبًا.

٢ فى حالة الإثارة (استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيال العصبى).

* يعتبر المؤثر الذى يسبب انقباض العضلة الهيكلية هو وصول السيالات العصبية من المخ والحبل الشوكى عن طريق الخلايا العصبية الحركية التى تتصل نهاياتها العصبية اتصالًا محكمًا بالليفة العضلية مكونة «**تشابك عصبى - عضلى**».
* عند وصول السيال العصبى إلى الحويصلات الموجودة بالنهايات العصبية للخلايا العصبية تدخل أيونات الكالسيوم إليها فتعمل على تحرير بعض المواد الكيميائية تعرف بـ «النواقل العصبية»، مثل الأسيتيل كولين.
* تسبح النواقل العصبية فى الفراغ الموجود بين النهايات العصبية، وغشاء الليفة العضلية حتى تصل إلى سطح الليفة العضلية الإرادية.
* يتلاشى فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية ويحدث انعكاس للشحنات (أى يصبح السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية موجبًا والسطح الخارجى سالبًا) وذلك لزيادة نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم الموجبة التى تدخل بسرعة داخل غشاء الليفة العضلية حينئذ توصف حالة غشاء الليفة العضلية بحالة «**اللااستقطاب Depolarization**» مما يؤدى إلى انقباض العضلة.

− − − − − − − − − − −
غشاء الليفة
+ + + + + + + + + + +

• اللااستقطاب
حالة غشاء الليفة العضلية عندما يكون سطحها الخارجى سالبًا وسطحها الداخلى موجبًا.

الانقباض العضلى

* تتحمل العضلات مسئولية حركة الجسم وذلك لقدرتها على الانقباض والانبساط.

* **كيفية انقباض العضلة الهيكلية (الإرادية) :**

يتم انقباض العضلة الهيكلية تحت تأثير السيالات العصبية وفسيولوجية استجابة العضلة لهذا الحافز العصبى وذلك بالتنسيق والتآزر بين الجهاز الهيكلى والعصبى والعضلى.

* **ويتم انتقال السيال العصبى إلى العضلة الهيكلية كالتالى :**

١ فى حالة الراحة (قبل استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيال العصبى).

* السطح الخارجى لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات موجبة.
* السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات سالبة.
* ينشأ فرق فى الجهد نتيجة الفرق فى تركيز الأيونات بين خارج وداخل غشاء الليفة العضلية وهو ما يسمى بحالة «**الاستقطاب Polarization**».

غشاء الليفة

الاستقطاب

حالة غشاء الليفة العضلية عندما يكون سطحها الخارجى موجبًا وسطحها الداخلى سالبًا.

٢ فى حالة الإثارة (استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيال العصبى).

* يعتبر المؤثر الذى يسبب انقباض العضلة الهيكلية هو وصول السيالات العصبية من المخ والحبل الشوكى عن طريق الخلايا العصبية الحركية التى تتصل نهاياتها العصبية اتصالًا محكمًا بالليفة العضلية مكونة **«تشابك عصبى - عضلى»**.
* عند وصول السيال العصبى إلى الحويصلات الموجودة بالنهايات العصبية للخلايا العصبية تدخل أيونات الكالسيوم إليها فتعمل على تحرير بعض المواد الكيميائية تعرف بـ «النواقل العصبية»، مثل الأسيتيل كولين.
* تسبح النواقل العصبية فى الفراغ الموجود بين النهايات العصبية، وغشاء الليفة العضلية حتى تصل إلى سطح الليفة العضلية الإرادية.
* يتلاشى فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية ويحدث انعكاس للشحنات (أى يصبح السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية موجبًا والسطح الخارجى سالبًا)

غشاء الليفة

وذلك لزيادة نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم الموجبة التى تدخل بسرعة داخل غشاء الليفة العضلية حينئذ توصف حالة غشاء الليفة العضلية بحالة «**اللااستقطاب Depolarization**» مما يؤدى إلى انقباض العضلة.

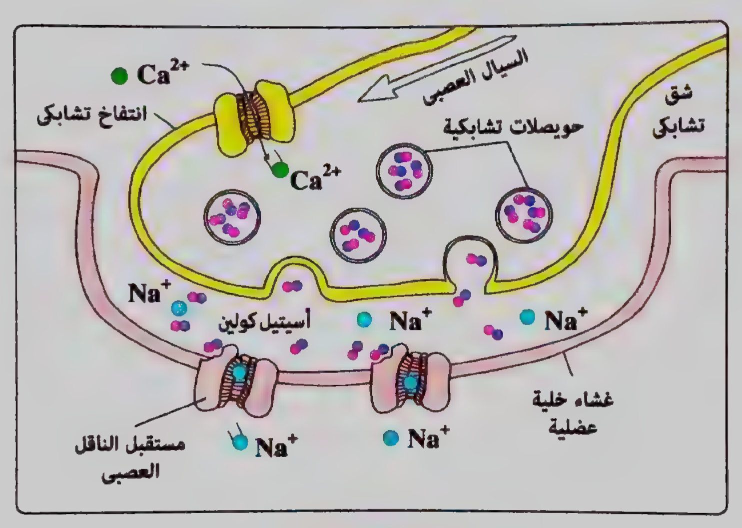
اللااستقطاب

حالة غشاء الليفة العضلية عندما يكون سطحها الخارجى سالبًا وسطحها الداخلى موجبًا.

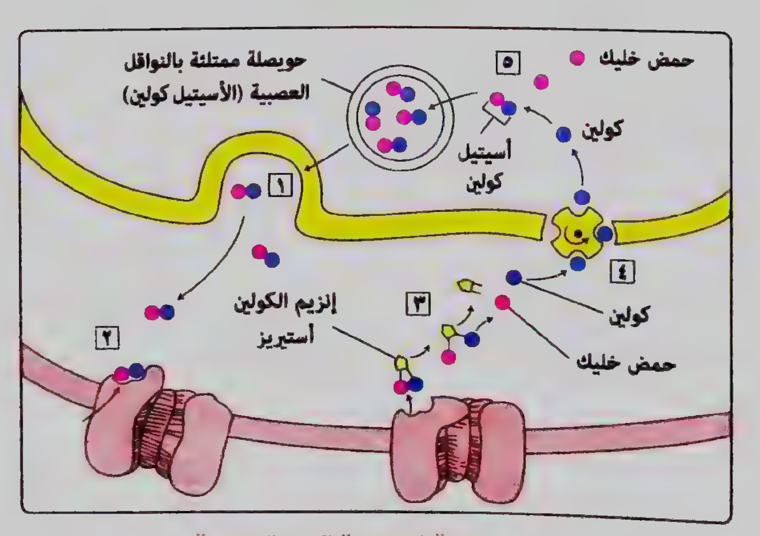
٣ فى حالة العودة إلى الراحة

- يعود فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية إلى وضعه الطبيعى بعد جزء من الثانية وذلك بفعل عمل إنزيم الكولين أستيريز Cholinesterase وهو إنزيم متوافر فى نقاط الاتصال العصبى – العضلى والذى يعمل على تحطيم مادة الأسيتيل كولين وتحويلها إلى كولين وحمض خليك وبالتالى يبطل عملها فيزول تأثير المنبه وتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية إلى وضعها الطبيعى فى حالة الراحة (قبل استقبال السيال العصبى) أى العودة إلى حالة الاستقطاب حتى يمكنها أن تستقبل مؤثر جديد وتكون مهيأة للاستجابة للحفز مرة أخرى.

الأسيتيل كولين ← (إنزيم الكولين استيريز) كولين + حمض خليك



حالة الإثارة



حالة العودة إلى الراحة

انتقال السيال العصبى خلال التشابك العصبى - العضلى

★ مما سبق يمكن ايجاز التغيرات التى تطرا على الليفة العضلية عند حدوث الانقباض العضلى :

	حالة الراحة	حالة الإثارة	حالة العودة إلى الراحة
التوقيت	قبل استقبال السيال العصبى	عند وصول السيال العصبى	بعد انتقال السيال العصبى (بعد جزء من الثانية)
الشحنة على سطحى غشاء الليفة العضلية	السطح الخارجى موجب والسطح الداخلى سالب	السطح الخارجى سالب والسطح الداخلى موجب	السطح الخارجى موجب والسطح الداخلى سالب
حالة غشاء الليفة العضلية	الاستقطاب	اللااستقطاب	العودة إلى حالة الاستقطاب مرة أخرى
فرق الجهد بين جانبى غشاء الليفة العضلية	ينشأ فرق فى الجهد نتيجة الفرق فى تركيز الأيونات بين خارج وداخل غشاء الليفة العضلية	يتلاشى فرق الجهد نتيجة زيادة نفاذية غشاء الليفة العضلية لأيونات الصوديوم عند استقباله لجزيئات الأسيتيل كولين بعد تحررها من الحويصلات الموجودة بالنهايات العصبية للخلايا العصبية بفعل أيونات الكالسيوم	يعود فرق الجهد إلى وضعه الطبيعى بفعل عمل إنزيم الكولين أستيريز الذى يعمل على تحطيم مادة الأسيتيل كولين وتحويلها إلى كولين وحمض خليك وبالتالى يبطل عملها فيزول تأثير المنبه
حالة العضلة	العضلة منبسطة	العضلة منقبضة	العضلة تنبسط مرة أخرى
الشكل التوضيحى	نهاية خلية عصبية حركية – استقطاب – استقطاب – غشاء الليفة العضلية	لااستقطاب – استقطاب	استقطاب – لااستقطاب / استقطاب – استقطاب

آلية انقباض العضلة (نظرية الخيوط المنزلقة لهكسلى Huxely).

* تعتبر نظرية الخيوط المنزلقة (أو الانزلاق) التى اقترحها «هكسلى» أشهر النظريات التى فسرت انقباض العضلات.

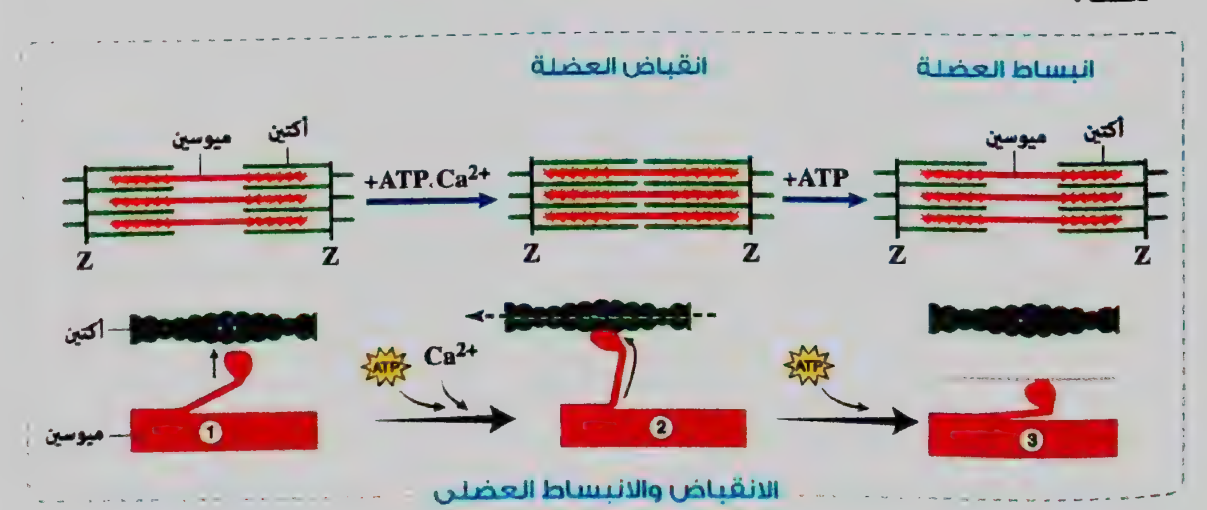
* فكرة نظرية الخيوط المنزلقة :

- تعتمد فرضية الخيوط المنزلقة على التركيب المجهرى الدقيق لألياف العضلات إذ أن كل ليفة عضلية تتكون من مجموعة لييفات وكل لييفة عضلية تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية، الأولى رفيعة أكتينية والثانية غليظة ميوسينية.
- استخدم «هكسلى» المجهر الإلكترونى فى المقارنة بين ليفة عضلية فى حالة انقباض وأخرى فى حالة الراحة، واستنتج من ذلك الآتى :

فى حالة الانقباض

* تنزلق الخيوط البروتينية المكونة للألياف العضلية الواحدة فوق الأخرى مما يسبب انقباض أو تقلص العضلة، حيث :
- تمتد من خيوط الميوسين روابط مستعرضة (تم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم) لكى تتصل بخيوط الأكتين.
- تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف حيث إنها تسحب بمساعدة الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP (المخزون المباشر للطاقة فى العضلة) المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض فينتج عن ذلك انقباض الليفة العضلية.
- تتقارب خطوط (Z) من بعضها أثناء الانقباض وهكذا تنقبض العضلة.

> **• الروابط المستعرضة**
> خيوط يتم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم تمتد من خيوط الميوسين لكى تتصل بخيوط الأكتين.



الانقباض والانبساط العضلى

★ مما سبق يمكن إيجاز التغيرات التى تطرأ على أجزاء الليفة العضلية أثناء الانقباض العضلى :

المنطقة المضيئة (I)	يقل طولها نتيجة تقارب خيوط الأكتين من بعضها البعض
المنطقة شبه المضيئة (H)	يقل أو ينعدم طولها وذلك حسب قوة الانقباض
المنطقة الداكنة (A)	يبقى طولها كما هو
القطعة العضلية (الساركومير)	يقل طولها نتيجة تقارب خطوط (Z) من بعضها
خيوط الميوسين	تنشأ منها روابط مستعرضة تعمل كخطاطيف تسحب بمساعدة الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين
خيوط الأكتين	تتقارب من بعضها البعض فى اتجاه المنطقة شبه المضيئة فتقل المنطقة المضيئة
خطوط (Z)	تتقارب من بعضها البعض فيقل طول القطعة العضلية (الساركومير)

فى حالة الانبساط (عند زوال المنبه)

* تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنبسط العضلة وذلك عن طريق استهلاك العضلة لجزء من الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP لفصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين.
* تتباعد خطوط (Z) عن بعضها فتعود القطع العضلية إلى طولها الأساسى.

★ مما سبق يتضح أن : عملية اتصال الروابط المستعرضة بخيوط الأكتين أثناء الانقباض وعملية انفصالها عن خيوط الأكتين عند الانبساط تحتاج إلى الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP

* طبقًا لنظرية الخيوط المنزلقة يمكن عقد المقارنة التالية :

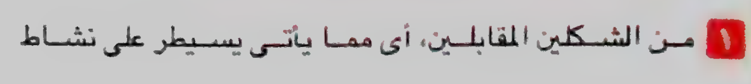
الليفة العضلية فى حالة الانقباض	الليفة العضلية فى حالة الانبساط
◄ تتصل الروابط المستعرضة الممتدة من خيوط الميوسين بخيوط الأكتين ثم تسحبها باتجاه بعضها البعض فتنقبض العضلة.	◄ تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنفصل خيوط الأكتين عن خيوط الميوسين وتنبسط العضلة.
◄ تتقارب خطوط (Z) من بعضها فيقل طول القطعة العضلية.	◄ تتباعد خطوط (Z) عن بعضها فتعود القطعة العضلية إلى طولها الأساسى.
◄ تحتاج إلى الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP	◄ تحتاج إلى الطاقة المخزنة فى جزيئات ATP

فصور نظرية الخيوط المنزلقة

قامت نظرية الخيوط المنزلقة بتفسير انقباض العضلات الهيكلية (المخططة) ولكنها لم تستطع تفسير آلية انقباض العضلات الملساء بالرغم من وجود بعض التقارير العلمية التى تشير إلى أن الخيوط البروتينية فى ألياف العضلات الملساء تتكون من نوع يشبه - إلى حد كبير - الخيوط الأكتينية فى العضلات الهيكلية

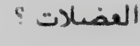
10 اختبـر نفسـك

مجاب عنها



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ مـن الشـكلين المقابلـين، أى ممـا يأتـى يسـيطر على نشـاط



العضلات ؟

(٣)

(٤)

(١)

(٢)

Ⓐ (١)

Ⓑ (٢)

Ⓒ (٣)

Ⓓ (٤)

٢ ما الشحنة التى يكون عليها السطح الخارجى والسطح الداخلى على الترتيب لغشاء الليفة العضلية المنقبضة

Ⓐ سالبة / موجبة

Ⓑ موجبة / سالبة

Ⓒ سالبة / سالبة

Ⓓ موجبة / موجبة

الوحدة الحركية Motor Unit

* **الهدف من دراسة الوحدة الحركية :**

التعرف على المظاهر الميكانيكية لعملية الانقباض العضلى

لأن انقباض العضلات ما هو إلا محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المكونة للعضلة.

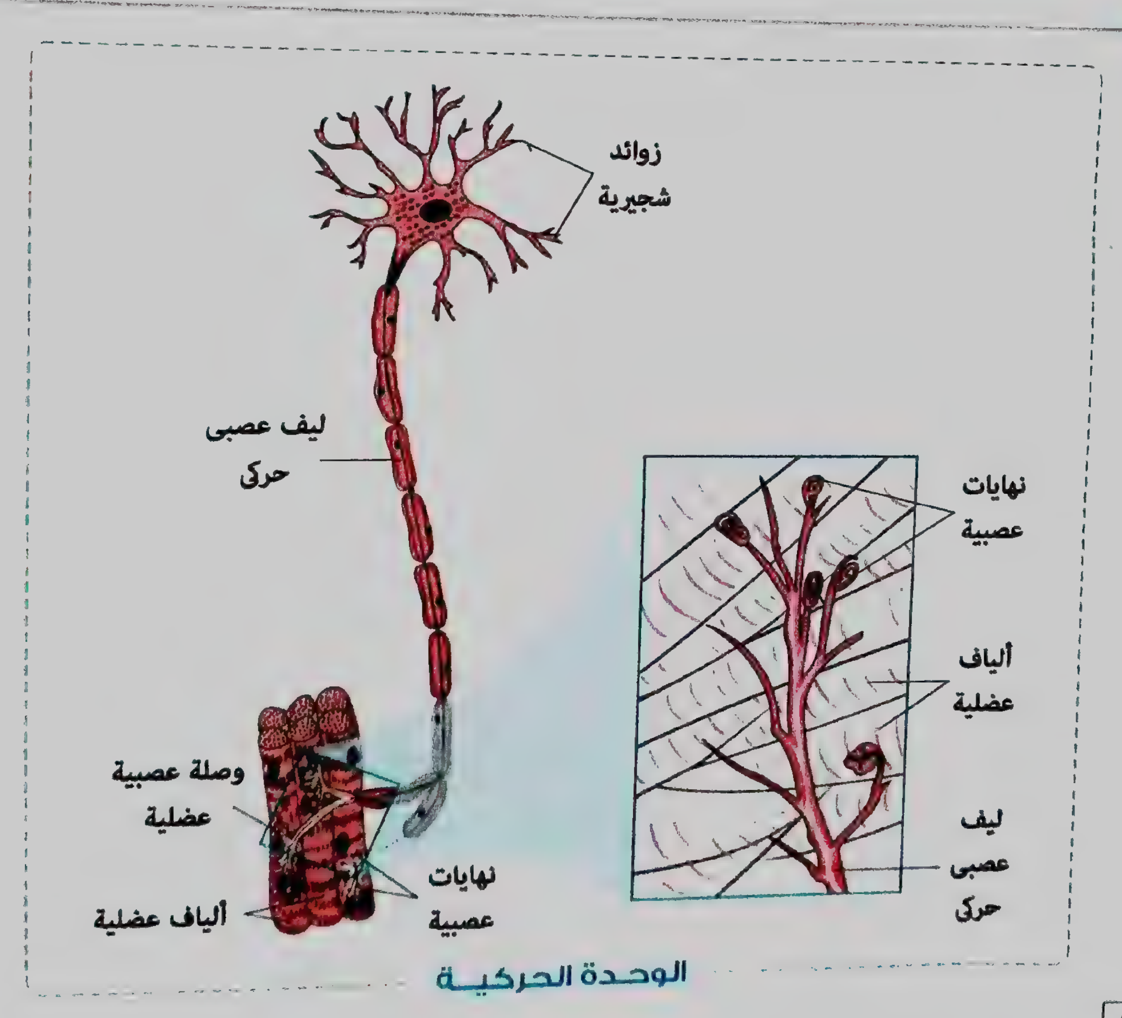
* **تركيب الوحدة الحركية :**

تتكون الوحدة الحركية من مجموعة من الألياف العضلية والخلية العصبية التى تغذيها، حيث إنه :

- عند دخول الليف العصبى الحركى إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية داخل العضلة.
- كل ليف عصبى حركى يغذى عددًا يتراوح ما بين (٥ : ١٠٠) من الألياف العضلية وذلك بواسطة تفرعاته النهائية التى يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية فى موضع يعرف بـ «الوصلة العصبية العضلية».

· الوحدة الحركية
الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.

· الوصلة العصبية العضلية (التشابك العصبى - العضلى)
موضع أو مكان اتصال تفرع نهائى لليف عصبى حركى (لخلية عصبية) بالصفيحة النهائية الحركية لليفة العضلية.



الوحدة الحركية

Key Points

- أقل عدد من الوحدات الحركية فى العضلة الهيكلية = $\frac{\text{عدد الألياف العضلية}}{100}$
- أكبر عدد من الوحدات الحركية فى العضلة الهيكلية = $\frac{\text{عدد الألياف العضلية}}{5}$
- الوحدة التركيبية للعضلة الهيكلية هى **الليفة العضلية**.
- الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية هى **الوحدة الحركية**.
- أصغر وحدة انقباض هى **القطعة العضلية**.

إجهاد العضلة Muscle Fatigue

- **سبب اجهاد وتعب العضلة**

انقباض العضلة بصورة متتالية وسريعة وذلك **لأن** الدم لا يستطيع نقل الأكسچين بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من التنفس وإنتاج الطاقة، **ولهذا تلجأ** العضلة إلى تحويل مادة الجليكوچين (نشا حيوانى) إلى جلوكوز يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائى (لا يحتاج إلى أكسچين) لإنتاج طاقة تعطى العضلة فرصة أكبر للعمل، **فينتج عن هذه** العملية تراكم حمض اللاكتيك الذى يسبب تعب العضلة وإجهادها كما أن تناقص جزيئات ATP يؤدى إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة فى حالة انقباض مستمر وغير قادرة على الانبساط مما يسبب حدوث **الشد العضلى المؤلم**.

- **كيفية زوال إجهاد العضلة :**

عند الراحة تصل إلى العضلة كمية كافية من الأكسچين فتقوم العضلة بالتنفس الهوائى وإنتاج كمية كبيرة من جزيئات ATP فتعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين مما يؤدى إلى انبساط العضلة، وبالتالى تبدأ العضلة من جديد فى تتابع من الانقباضات والانبساطات.

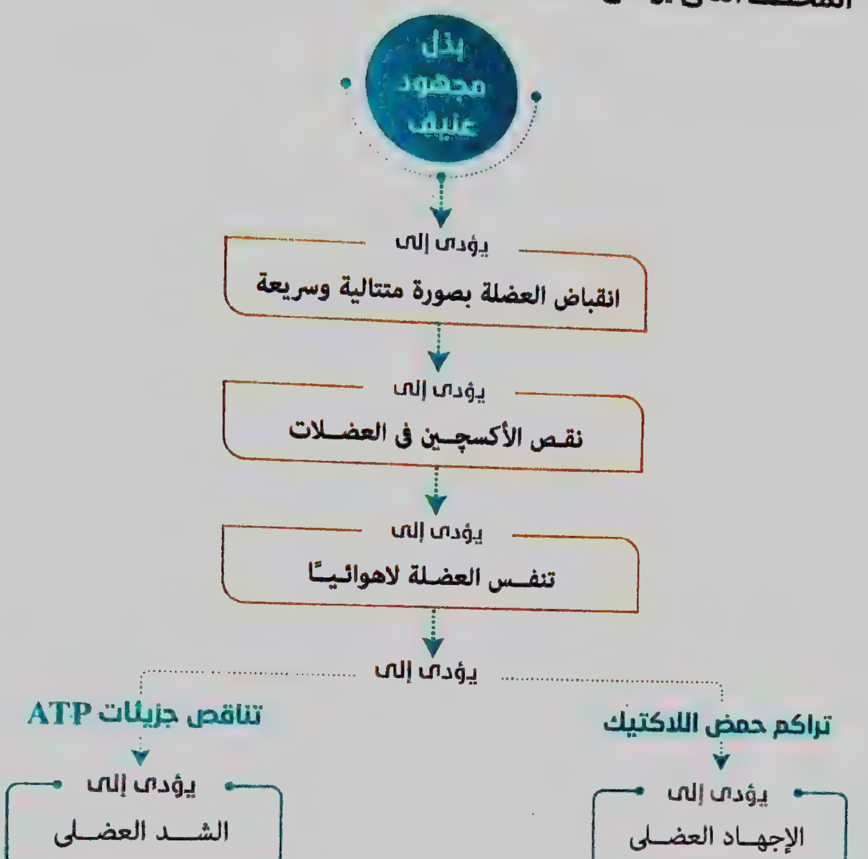
> **تذكر أن**
> ينتج عن التنفس الهوائى للعضلة ٣٨ جزىء ATP، بينما ينتج عن التنفس اللاهوائى للعضلة ٢ جزىء ATP فقط.

ملاحظات

(١) قد يحدث الشد العضلى بسبب وصول النبضات العصبية غير الصحيحة من المخ إلى العضلات مما يتعارض مع الأداء الطبيعى لها.

(٢) يمكن أن يتسبب الشد العضلى الزائد عن الحد فى حدوث تمزق للعضلات وحدوث نزف دموى.

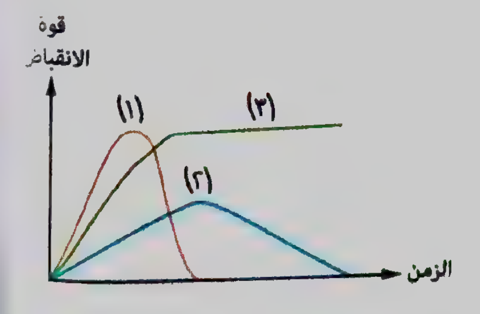
المخطط التالى يوضح سبب كل من الإجهاد العضلى والشد العضلى :



11 اختبر نفسك

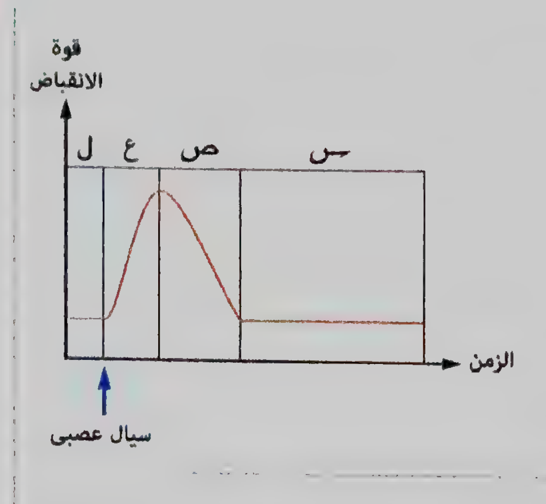
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى الاختيارات بالجدول التالى يعبر عما يحدث للعضلات فى (١) ، (٢) ، (٣) بالشكل البيانى المقابل له ؟



	(١)	(٢)	(٣)
Ⓐ	انقباض وانبساط بصورة طبيعية	إجهاد عضلى	شد عضلى
Ⓑ	شد عضلى	انقباض وانبساط بصورة طبيعية	إجهاد عضلى
Ⓒ	إجهاد عضلى	شد عضلى	انقباض وانبساط بصورة طبيعية
Ⓓ	انقباض وانبساط بصورة طبيعية	شد عضلى	إجهاد عضلى

٢ الشكل البيانى المقابل يوضح انقباض عضلة هيكلية، فى أى المراحل تعمل جزيئات ATP على فصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين ؟



(أ) (س) فقط
(ب) (ص) فقط
(جـ) (س) ، (ص)
(د) (س) ، (ل)

٣ أى المنحنيات المقابلة يعبر عن عضلة بها أقل كمية من ATP ؟

(أ) س
(ب) ص
(جـ) ع
(د) ل

٤ إذا علمت أن (نيوستجمين) هو دواء يعمل عن طريق تثبيط إنزيم الكولين أستيريز، أى مما يلى سيكون من الآثار الجانبية المحتملة لهذا الدواء ؟

(أ) انقباض عضلى لفترات طويلة
(ب) انخفاض الأسيتيل كولين فى التشابك العصبى – العضلى
(جـ) تأخر الانقباض العضلى
(د) فرط الاستقطاب فى أغشية العضلات

الباب الأول

التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الفصل

2

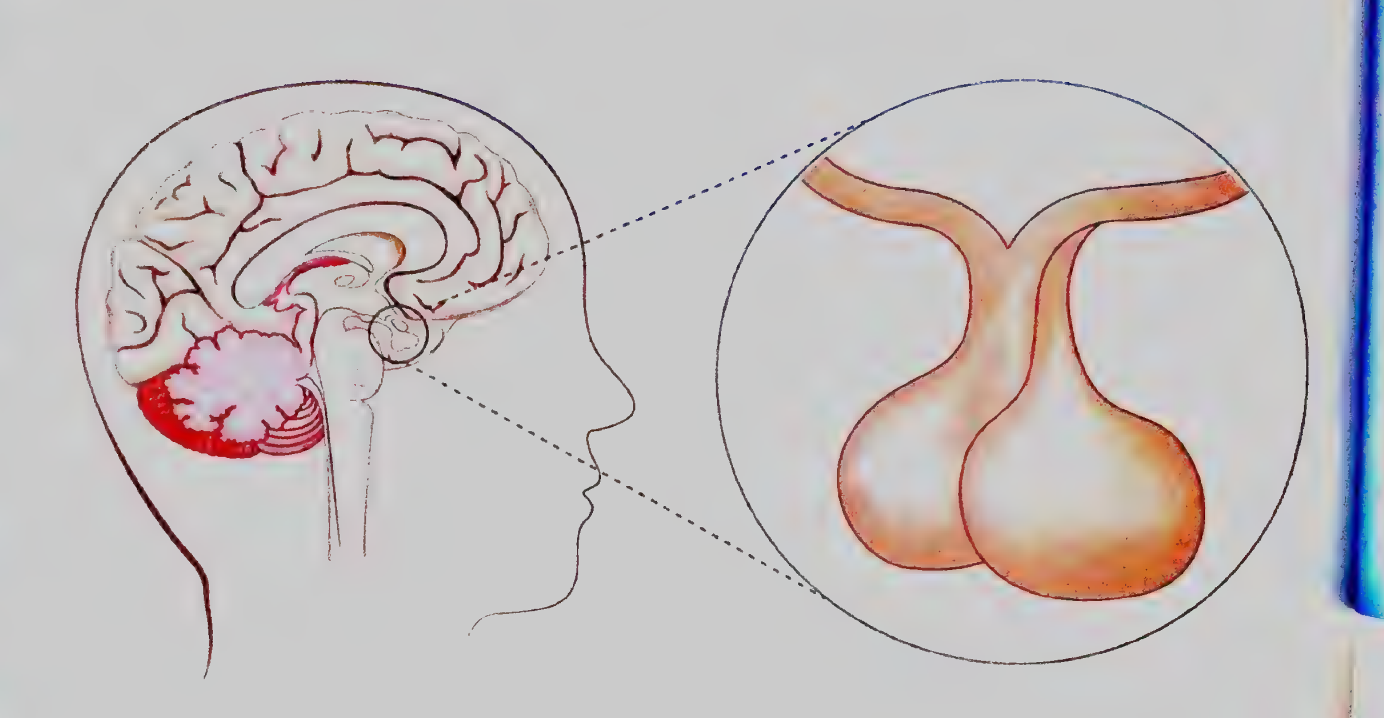
التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

الدرس الأول	التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.
الدرس الثاني	تابع الغدد في الإنسان.

الفصل 2

الدرس الأول

التنسيق الهرمونى فى الكائنات الحية



مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف دور العلماء فى اكتشاف الهرمونات.
- يكتشف وظائف الهرمونات.
- يستنتج خصائص الهرمونات.
- يقارن بين الغدد الصماء (اللاقنوية) والغدد القنوية فى الإنسان.
- يتعرف دور الغدة النخامية.
- يستنتج أن الغدة النخامية هى رئيسة الغدد الصماء.
- يوضح وظيفة الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية.
- يربط بين المرض وما يسببه (نقص أو زيادة فى إفراز هرمون معين).
- يذكر أهمية الأوكسينات بالنسبة للنبات.
- يذكر أمثلة للغدد الصماء الموجودة فى الإنسان.

الهرمونات فى النبات (الأوكسينات)

* يعتبر «بويسن جنسن Boysen Jensen» أول من أشار إلى الأوكسينات (الهرمونات النباتية) عام ١٩١٣م، واستطاع أن يفسر دورها فى انحناء الساق نحو الضوء، فقد أثبت أن :

القمة النامية للساق (منطقة الاستقبال)
تفرز مادة كيميائية (أندول حمض الخليك)
تنتقل منها إلى منطقة الاستجابة (منطقة الانحناء)
فتسبب انحناءها

• الأوكسينات
مواد كيميائية تُفرز من الخلايا الحية فى القمم النامية والبراعم النباتية (مناطق الاستقبال) وتنتقل إلى مناطق الاستجابة حيث تؤثر فى وظائف المناطق المختلفة بالنبات.

دور الأوكسينات فى انحناء القمة النامية للساق

* **مكان الإفراز :**
تُفرز الأوكسينات من الخلايا الحية فى القمم النامية والبراعم النباتية لأن النبات ليس له غدد خاصة.

* **الأهمية :**
تتأكد أهمية الأوكسينات من خلال تأثيرها فى وظائف المناطق المختلفة بالنبات، حيث إنها :

١ **تنظم** تتابع نمو الأنسجة وتنوعها.
٢ **تؤثر** على النمو بالتنشيط أو بالتثبيط.
٣ **تتحكم** فى موعد تفتح الأزهار وتساقط الأوراق ونضج الثمار وتساقطها.
٤ **تؤثر** على العمليات الوظيفية فى جميع خلايا وأنسجة النبات.
٥ **تُمكّن** الإنسان من التحكم فى إخضاع نمو النبات.

12 اختبر نفسك

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

أى العبارات الآتية لا تنطبق على الهرمونات النباتية ؟
(أ) تفرز من القمم النامية فى النبات وتسمى أوكسينات
(ب) تفرز من البراعم النباتية وتسمى سيتوكينات
(ج) تؤثر على العمليات الحيوية التى تتم داخل خلايا النبات
(د) أول من اكتشفها هو العالم بويسن جنسن
(هـ) تفرز من مناطق الاستجابة وتؤثر على مناطق الاستقبال بالنبات

الهرمونات فى الحيوان

اكتشاف الهرمونات الحيوانية

كلود برنار

١ كلود برنار Cloud Bernar

* درس فى عام ١٨٥٥م وظائف الكبد.
* اعتبر السكر المدخر فى الكبد هو **إفرازه الداخلى** والصفراء **إفرازه الخارجى**.

ستارلنج

٢ ستارلنج Starling

* فى عام ١٩٠٥م :
  - وجد أن البنكرياس يفرز عصارته الهاضمة فور وصول الغذاء من المعدة إلى الاثنى عشر حتى بعد قطع الاتصال العصبى بين البنكرياس وغيره من الأعضاء.
  - استنتج أن هناك نوعًا من التنبيه غير العصبى.
  - توصل إلى أن الغشاء المخاطى المبطن للاثنى عشر يفرز مواد (رسائل كيميائية) تسرى فى تيار الدم حتى تصل إلى البنكرياس فتنبهه إلى إفراز عصارته الهاضمة.
* أطلق على هذه الرسائل الكيميائية اسم «الهرمونات» **(لفظ يونانى معناه المواد المنشطة)**.

٣ الدراسات الحديثة

* بتوالى الدراسات واتساع ميدان البحث العلمى أمكن التعرف على الغدد الصماء فى جسم الإنسان وعلى الهرمونات الخاصة بكل غدة.

جهاز الغدد الصماء Endocrine System

* هو الجهاز الثانى بعد الجهاز العصبى من الأجهزة التى تتحكم فى وظائف الجسم، ولذلك فإن وظائف الجسم المختلفة تكون تحت سيطرة التحكم العصبى والهرمونى.

· **الغدد الصماء Endocrine Glands**
غدد لاقنوية ذات إفراز داخلى تصب إفرازاتها من الهرمونات فى الدم مباشرةً بكميات محددة لكى تؤدى وظائفها.

· **الهرمونات Hormones**
مواد كيميائية عضوية تتكون داخل غدد لاقنوية (صماء) تُفرز فى الدم مباشرةً ثم تنتقل عن طريق الدم إلى عضو آخر فتؤثر عادةً على وظيفته ونموه.

* **فيما يلى سندرس التنظيم (التنسيق) الهرمونى فى الإنسان كنموذج يمثل قمة التطور.**

التنظيـم الهرمـونى فى الإنســان

* توصل العلماء إلى معرفة الكثير من وظائف الهرمونات والغدد الصماء حيث تم ذلك عن طريق :

دراسة
- الأعراض التى تظهر على الإنسان أو الحيوان نتيجة تضخم غدة صماء أو استئصالها
- التركيب الكيميائى لخلاصة الغدة والتعرف على أثرها فى العمليات الحيوية المختلفة

خصائص الهرمونات

* تتميز الهرمونات بعدة خصائص من أهمها، أنها :

١ مواد كيميائية عضوية بعضها يتكون من البروتين المعقد وبعضها الآخر من مركبات بسيطة كالأحماض الأمينية أو الإستيرويدات (مواد دهنية).

٢ تُفرز بكميات محددة (قليلة) تقدر بالميكروجرام (١/١٠٠٠ ملليجرام) لكى تؤدى وظيفتها على أكمل وجه حيث إن زيادتها أو نقصها يؤدى إلى اختلال فى الوظيفة مما قد يسبب أعراضًا مرضية تختلف من هرمون لآخر.

٣ معظم تأثيرات الهرمونات من النوع المحفز حيث تقوم بتنشيط أعضاء أو غدد أخرى.

٤ ذات أهمية كبيرة فى حياة الإنسان والتى تتمثل فى أداء الوظائف التالية :

- اتزان الوضع الداخلى للجسم وتنظيمه **(الاتزان الداخلى)**.
- نمو الجسم.
- النضج الجنسى.
- التمثيل الغذائى **(عملية الأيض وتشمل عمليتى البناء والهدم)**.
- سلوك الإنسان ونموه العاطفى والتفكيرى.

أضف إلى معلوماتك

الاتزان الداخلى Homeostasis :

عملية الحفاظ على ثبات ظروف البيئة الداخلية لجسم الكائن الحى، مثل الحفاظ على نسب مكونات بلازما الدم وثبات درجة حرارة الجسم، بما يضمن توفير الظروف المثلى للخلايا الحية لكى تؤدى وظائفها بأعلى كفاءة.

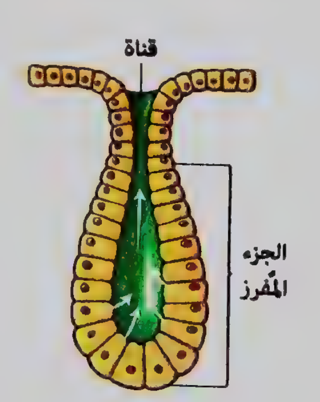
أنواع الغدد فى جسم الإنسان

* يوجد فى جسم الإنسان **ثلاثة** أنواع من الغدد هى :

١ الغدد القنوية Exocrine Glands

- غدد ذات إفراز خارجى وتحتوى على الجزء المُفرز ولها قنوات خاصة بها، تصب فيها إفرازاتها إما :
  - داخل الجسم، مثل : **الغدد اللعابية والهضمية.**

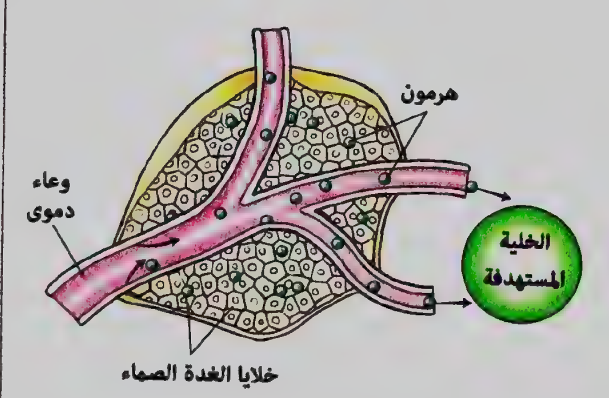
  أو
  - خارج الجسم، مثل : **الغدد العرقية.**



٢ الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine Glands

- غدد ذات إفراز داخلى ليس لها قنوات خاصة بها، بل تصب إفرازاتها من الهرمونات فى الدم مباشرةً.

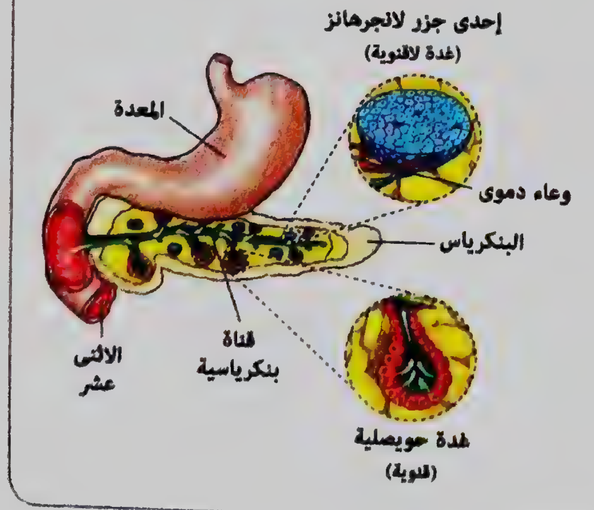
- من أهم أمثلتها :
  - **الغدة النخامية.**
  - **الغدة الدرقية.**
  - **الغدة الكظرية.**



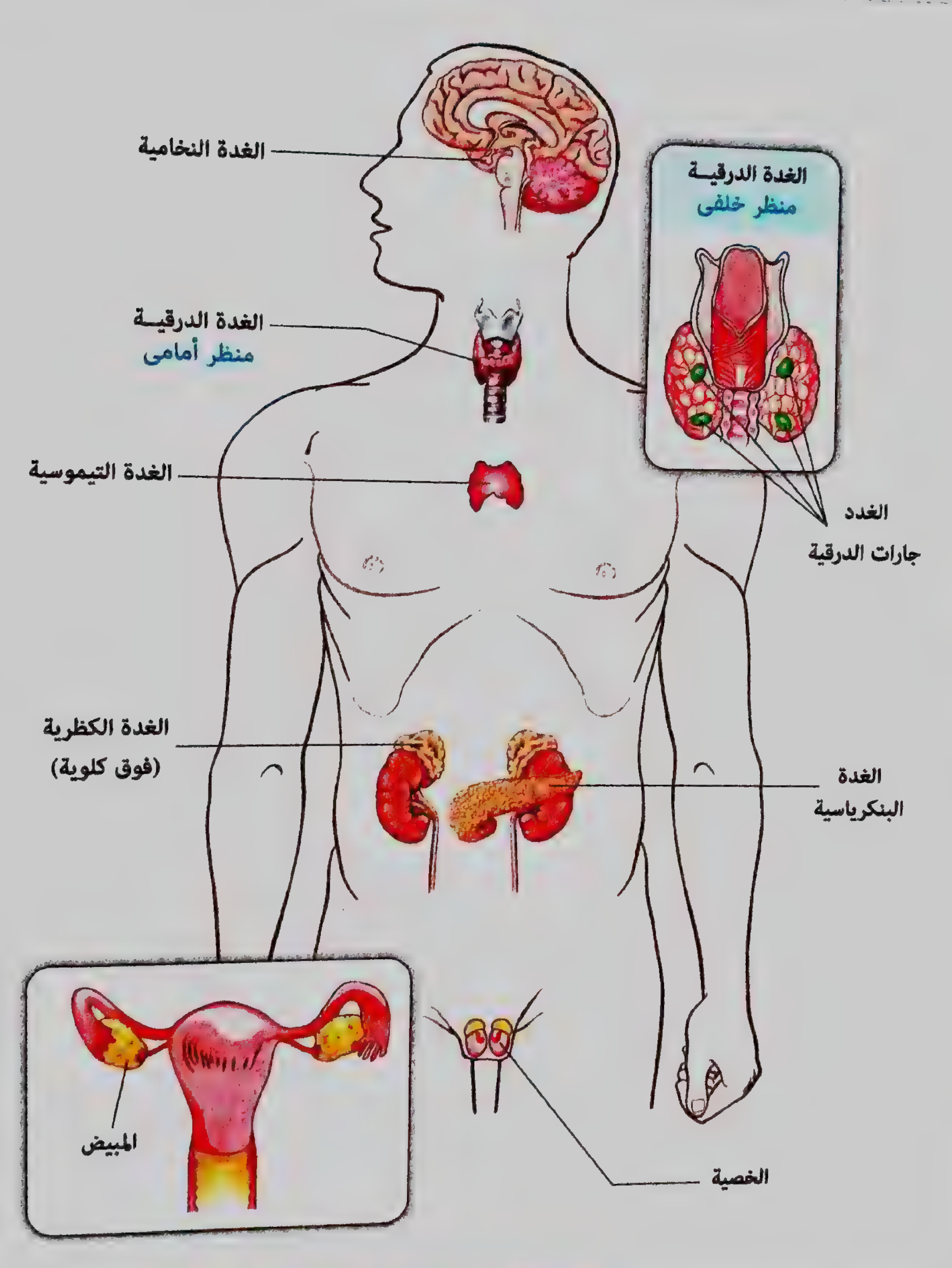
٣ الغدد المختلطة (المشتركة) Mixed Glands

- غدد تجمع بين الغدد القنوية والغدد الصماء، حيث إن تركيبها يتكون من جزء غدى قنوى وآخر غدى لاقنوى.

- من أهم أمثلتها :
  - **البنكرياس.**
  - **الخصية.**



الشكل والمخطط التاليان يوضحان أن جسم الإنسان يحتوى على مجموعة من الغدد الصماء موزعة فى أماكن متفرقة من الجسم، لكل منها إفراز خاص بها يحوى هرمونًا واحدًا أو مجموعة هرمونات :

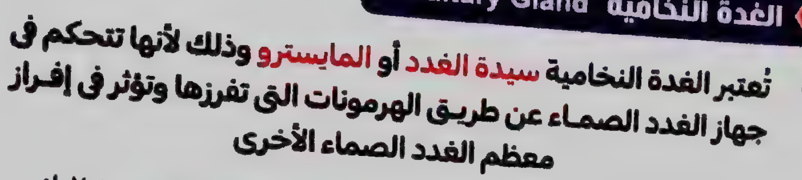


توزيع الغدد الصماء فى جسم الإنسان

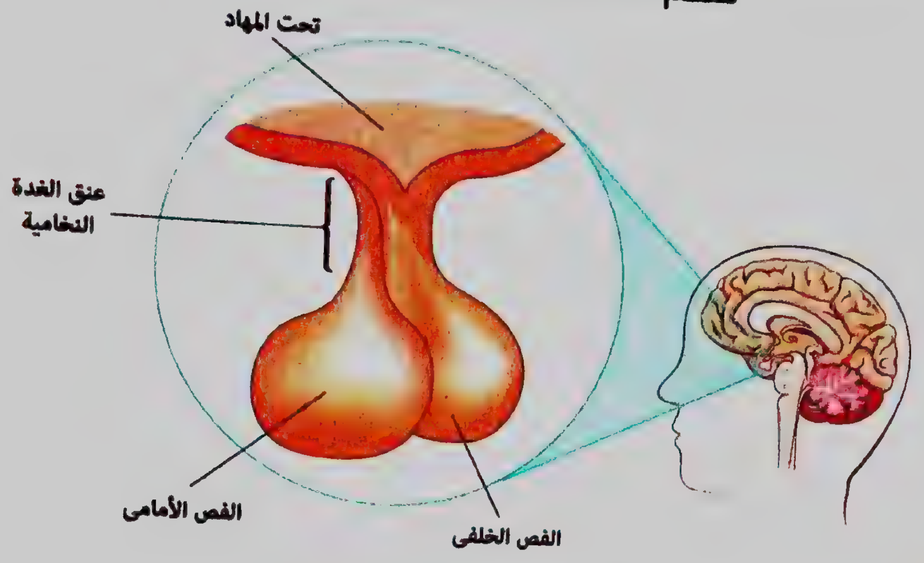
الغدد الصماء فى جسم الإنسان
الغدة النخامية
الجزء الغدى
هرمون النمو (GH)
هرمونات منبهة لـ
الغدة الدرقية (TSH)
قشرة الغدة الكظرية (ACTH)
إفراز اللبن (البرولاكتين)
المناسل
FSH
LH
الجزء العصبى
الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)
الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين)
الغدة الدرقية (غدة النشاط)
هرمون الثيروكسين
هرمون الكالسيتونين
الغدد جارات الدرقية
هرمون الباراثورمون
الغدة التيموسية
هرمون التيموسين
«ستتم دراسته بالفصل الرابع»
الغدتان الكظريتان (غدتا الانفعال)
القشرة
الهرمونات السكرية
هرمون الكورتيزون
هرمون الكورتيكوستيرون
الهرمونات المعدنية
مثل
هرمون الألدوستيرون
الهرمونات الجنسية
النخاع
هرمون الأدرينالين
هرمون النورأدرينالين
البنكرياس (جزر لانجرهانز)
خلايا ألفا
هرمون الجلوكاجون
خلايا بيتا
هرمون الأنسولين
الغدد التناسلية (المناسل)
الخصية
هرمون التستوستيرون
هرمون الأندروستيرون
المبيض
هرمون الإستروجين
هرمون البروجسترون
غدد الغشاء المخاطى المبطن للقناة الهضمية
المعدة
هرمون الجاسترين
الأمعاء الدقيقة
هرمون السكيرتين
هرمون الكوليسيستوكينين

أولاً الغدة النخامية Pituitary Gland

شاهد الفيديو



• تُعتبر الغدة النخامية **سيدة الغدد** أو **المايسترو** وذلك لأنها تتحكم فى جهاز الغدد الصمـاء عن طريـق الهرمونات التى تفرزها وتؤثر فى إفـراز معظم الغدد الصماء الأخرى



* **الموقع :** توجد أسفل المخ، وتتصل بمنطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس).
* **التركيب :** تتركب من جزئين هما :

أ الجـزء الغـدى يتكون من الفص الأمامى والفص الأوسط.

ب الجـزء العصبى يتكون من الفص الخلفى وجزء من المخ المعروف بالقمع أو العنق العصبية.

أ هرمونات الجزء الغدى Adenohypophysis Hormones

١ هرمون النمو Growth Hormone «GH»

* **وظيفته :** يتحكم فى عمليات الأيض وخاصةً تصنيع البروتين، وبذلك يتحكم فى نمو الجسم.
* **النقص أو الزيادة فى إفراز الهرمون** يسبـب حالـة مرضيـة تعتمد على المرحلة العمرية التى حدث فيها الخلل :
  - فى الأطفال ، • نقص الإفراز يسبب «القزامة Dwarfism».
    • زيادة الإفراز تسبب «العملقة Gigantism».
  - فـى البالغين ، زيادة الإفراز تسـبب حالـة «الأكروميجالى Acromegaly» والتـى تتميز بتجديد نمو الأجزاء البعيدة فى العظام الطويلة (كالأيدى والأقدام والأصابع) وتضخم عظام الوجه.

٢ الهرمونات المنبهة للغدد Pituitary Tropic Hormones

* مجموعة من الهرمونات تؤثر على نشاط بعض الغدد الصماء الأخرى، وتشمل :

١ الهرمون المنبه للغدة الدرقية Thyroid Stimulating Hormone (TSH) :

يحفز الغدة الدرقية لإفراز هرمون الثيروكسين.

٢ الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية Adrenocorticotropic Hormone (ACTH) :

يحفز قشرة الغدة الكظرية لإفراز هرموناتها.

٣ الهرمون المنبه لإفراز اللبن (البرولاكتين Prolactin) :

يحفز إنتاج اللبن فى الغدد الثديية.

٤ الهرمونات المنبهة للمناسل Gonadotropic Hormones،

وتشمل الهرمونات التالية :

	فى الأنثى	فى الذكر
الهرمون المنبه لتكوين الحويصلة «FSH» Follicle - Stimulating Hormone	يعمل على نمو الحويصلات فى المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف	يساعد على تكوين الأنيبيبات المنوية وتكوين الحيوانات المنوية فى الخصية
الهرمون المنبه لتكوين الجسم الأصفر «LH» Luteinizing Hormone	يحفز تكوين الجسم الأصفر	مسئول عن : ● تكوين الخلايا البينية فى الخصية. ● تنبيه الخلايا البينية لإفراز هرمونات الذكورة (التستوستيرون والأندروستيرون).

ملحوظة

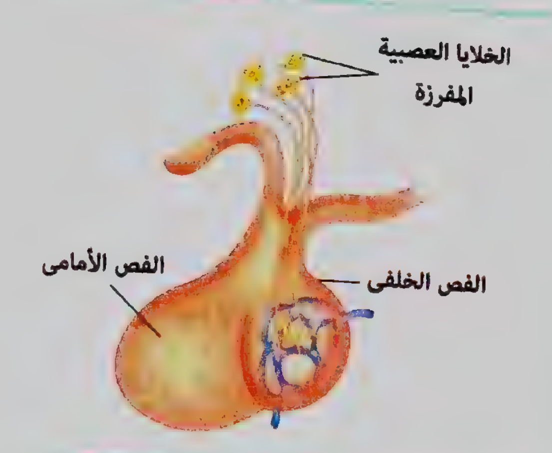
هرمون FSH وهرمون LH ضروريان لاكتمال عملية التكوين الجنسى للفرد.

ب هرمونات الجزء العصبى Neurohypophysis Hormones

* **مكان إفرازها :** تفرزها خلايا عصبية توجد فى منطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس) بالمخ والتى تعرف بـ **«الخلايا العصبية المفرزة»**.

الخلايا العصبية المفرزة

خلايا عصبية توجد فى منطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس) بالمخ وتقوم بإفراز هرمونات الجزء العصبى من الغدة النخامية والتى تصل إلى الفص الخلفى للغدة النخامية.



* تصل الهرمونات المفرزة من الخلايا العصبية إلى الفص الخلفى للغدة النخامية، وهى تشمل الهرمونات التالية :

١ الهرمون المضاد لإدرار البول «ADH» Antidiuretic Hormone (الهرمون القابض للأوعية الدموية «ڤازوبريسين Vasopression H.»)

* **وظيفته :**

① يعمل على تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء من نفرونات الكليتين إلى الدم المار فى الشعيرات الدموية المحيطة بها.

② يعمل على رفع ضغط الدم.

ملحوظة

عند زيادة إفراز هرمون ADH تزداد أسموزية البول، بينما تقل أسموزية الدم.

علم الأحياء فى حياتنا اليومية

مرض السكرى الكاذب Diabetes insipidus :

ينتج عن حدوث خلل فى الخلايا العصبية المفرزة للغدة النخامية يؤدى إلى نقص إفراز هرمون ADH مما يتسبب فى عدم قدرة نفرونات الكلية على إعادة امتصاص الماء، ومن ثم يتم إخراج كمية كبيرة من البول (تعدد مرات التبول) مما يجعل المريض يشعر دائمًا بالعطش، وهى أعراض شبيهة بالأعراض التى تصاحب مرض البول السكرى.

٢ الهرمون المنبه لعضلات الرحم «الأوكسيتوسين Oxytocin Hormone»

* **وظيفته :**

① له علاقة مباشرة بعملية تنظيم تقلصات الرحم ويزيدها بشدة أثناء عملية الولادة من أجل إخراج الجنين (لهذا غالبًا ما يستخدمه الأطباء للإسراع فى عمليات الولادة).

② له أثر مشجع فى اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.

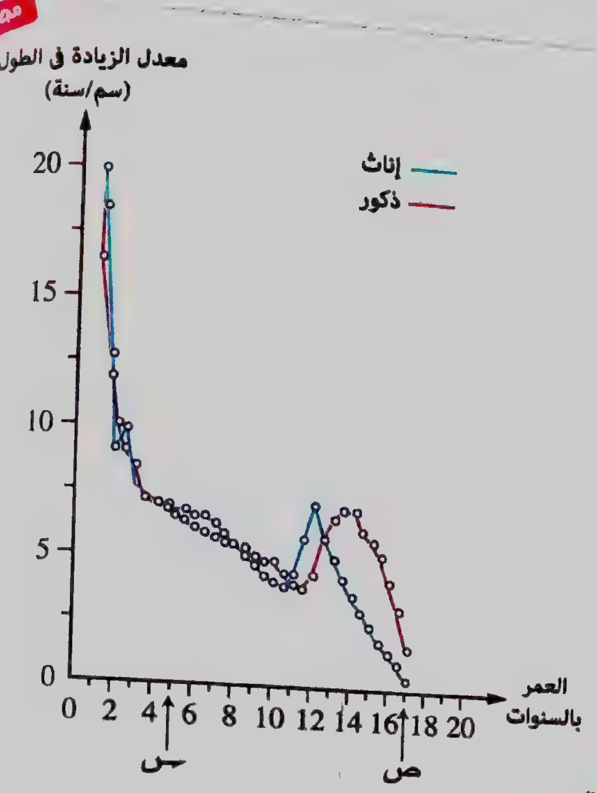
Key Points

- يمكن أن يطلق على الفص الأمامي للغدة النخامية (المايسترو) لأنه يتحكم في إفراز ونشاط معظم الغدد الصماء.
- الفص الأمامي للغدة النخامية (الجزء الغدي) يعتبر مكان إفراز للهرمونات.
- الفص الخلفي للغدة النخامية يعتبر مكان تخزين للهرمونات التي تفرزها الخلايا العصبية المفرزة الموجودة في منطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس)

مما سبق يمكن تلخيص هرمونات الغدة النخامية في المخطط التالي :

13 اختبر نفسك

الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين معدل الزيادة فى طول الجسم والتقدم فى عمر الذكور والإناث :



اعتمادًا على البيانات الموضحة بهذا الشكل، اختر :

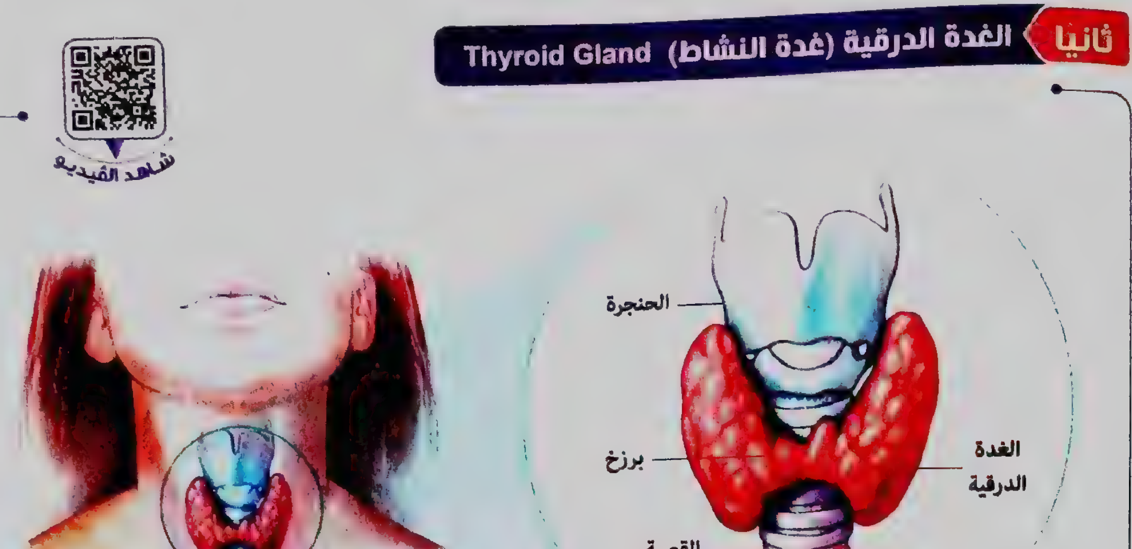
١ أى العبارات الآتية تعتبر صحيحة بالنسبة لهذا الشكل ؟
- (أ) ينخفض مستوى هرمون النمو مع التقدم فى العمر
- (ب) معدل الزيادة فى طول الجسم يزداد فى مرحلة الطفولة عنه فى مرحلة البلوغ
- (جـ) الذكور تنمو بمعدل أسرع من الإناث
- (د) يتوقف إفراز هرمون النمو بعد سن ١٨ سنة

٢ إذا حدث خلل فى الفص الخلفى للغدة النخامية لإحدى الإناث عند النقطة (س) نتج عنه زيادة فى إفراز هذا الفص لهرموناته، من المتوقع أن ....
- (أ) يتسبب ذلك فى إصابتها بمرض العملقة
- (ب) يتسبب ذلك فى إصابتها بمرض القزامة
- (جـ) يتسبب ذلك فى إصابتها بمرض الأكروميجالى
- (د) لا يؤثر ذلك على طول هذه الأنثى

٣ إذا حدث خلل فى الجزء الغدى للغدة النخامية لأحد الذكور عند النقطة (ص) ونتج عن ذلك زيادة فى إفراز هرمونات هذا الجزء، ما تأثير ذلك الخلل ؟
- (أ) قد يتسبب فى إصابته بمرض العملقة
- (ب) قد يتسبب فى إصابته بمرض القزامة
- (جـ) قد يتسبب فى إصابته بتضخم الفكين
- (د) لا يؤثر على هذا الشخص لأنه قد اجتاز سن البلوغ

ثانيا الغدة الدرقية (غدة النشاط) Thyroid Gland

شاهد الفيديو



* **الموقــع :** توجد فى الجزء الأمامى من الرقبة، ملاصقة للقصبة الهوائية.
* **الوصــف :** – غدة حويصلية تميل إلى اللون الأحمر.
  – محاطة بغشاء من نسيج ضام. – تتكون من فصين بينهما برزخ.
* **الوظيفة :** تفرز هرمونين هامين بالنسبة للجسم، هما :

١ هرمون الثيروكسين Thyroxine :

– لابد من وجود عنصر اليود لتكوينه.

– يقوم بعدة وظائف فى الجسم، منها أنه :

(١) يعمل على نمو وتطور القوى العقلية والبدنية.

(٢) يؤثر على معدل الأيض الأساسى ويتحكم فيه.

(٣) يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية.

(٤) يحافظ على سلامة الجلد والشعر.

٢ هرمون الكالسيتونين Calcitonin :

الذى يعمل على تقليل نسبة الكالسيوم فى الدم ويمنع سحبه من العظام.

* **أمراض الغدة الدرقية :**

تنشأ بعض الحالات المرضية نتيجة نقص أو زيادة إفراز الغدة الدرقية لهرمون **الثيروكسين**.

مثل ما يسمى بـ «**التضخم**» وهو نوعان :

أ التضخم البسيط (الجويتر البسيط) وهو التضخم الناتج عن **نقص** إفراز هرمون الثيروكسين.

ب التضخم الجحوظى (الجويتر الجحوظى) وهو التضخم الناتج عن **زيادة** إفراز هرمون الثيروكسين.

أ التضخم البسيط (الجويتر البسيط Simple Goiter)

* **السبب :** نقص إفراز هرمون الثيروكسين نتيجة نقص اليود فى الغذاء والماء والهواء.

* **العلاج :** إضافة اليود إلى الملح والأغذية المختلفة.

علم الأحياء فى حياتنا اليومية

الملح المعالج باليود :
يدخل عنصر اليود فى تركيب هرمون الثيروكسين الذى تفرزه الغدة الدرقية، لذلك ينتشر بالأسواق الملح المدعم بعنصر اليود والذى يتم الاعتماد عليه لتجنب الإصابة بمرض الجويتر البسيط.

* **المضاعفات الناتجة عن النقص الحاد فى إفراز هرمون الثيروكسين :**

(١) مرض القماءة Cretinism :

- **السبب :** نقص حاد فى إفراز هرمون الثيروكسين فى **الأطفال**.
- **الأعراض :** يؤثر النقص الحاد فى إفراز هرمون الثيروكسين على كل من :

(١) **النمو الجسمى :** فيكون الجسم قصير والرأس كبيرة والرقبة قصيرة.

(٢) **النضج العقلى :** قد يسبب تخلف عقلى.

(٣) **النضج الجنسى :** قد يسبب تأخر النضج الجنسى.

(٢) مرض الميكسوديما Myxoedema :

- **السبب :** نقص حاد فى إفراز هرمون الثيروكسين فى **البالغين**.
- **الأعراض :**

(١) جفاف الجلد وتساقط الشعر.

(٢) هبوط مستوى التمثيل الغذائى لدرجة عدم تحمل الفرد البرودة.

(٣) زيادة فى وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة.

(٤) قلة ضربات القلب.

(٥) الشعور السريع بالتعب.

- **علاجه :** يتم العلاج بهرمونات الغدة الدرقية أو مستخلصاتها وذلك تحت إشراف طبى متخصص.

أضف إلى معلوماتك

كلمة «ميكسوديما» تعنى الاستسقا[ء] المخاطى وأصلها كلمة يونانية حيث يعنى الجزء (myx) مخا[ط] ويعنى الجزء (edema) تورم حي[ث] تتراكم المواد المخاطية تحت الجلد

ب التضخم الجحوظى (الجويتر الجحوظى Exophthalmic Goiter)

* **السبـب :**

الإفراط فى إفراز هرمون الثيروكسين.

* **الأعراض :**

(١) تضخم ملحوظ للغدة الدرقية وانتفاخ الجزء الأمامى من الرقبة مع جحوظ العينين.

(٢) زيادة فى أكسدة الغذاء لدرجة عدم تحمل الفرد للحرارة.

(٣) نقص فى وزن الجسم.

(٤) زيادة فى ضربات القلب.

(٥) تهيج عصبى.

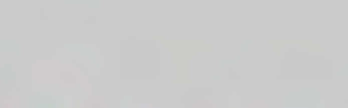
التضخم الجحوظى

* **العـلاج :**

يتم العلاج بإحدى الطريقتين التاليتين :

(١) استئصال جزء من الغدة الدرقية.

(٢) استخدام مركبات طبية خاصة.



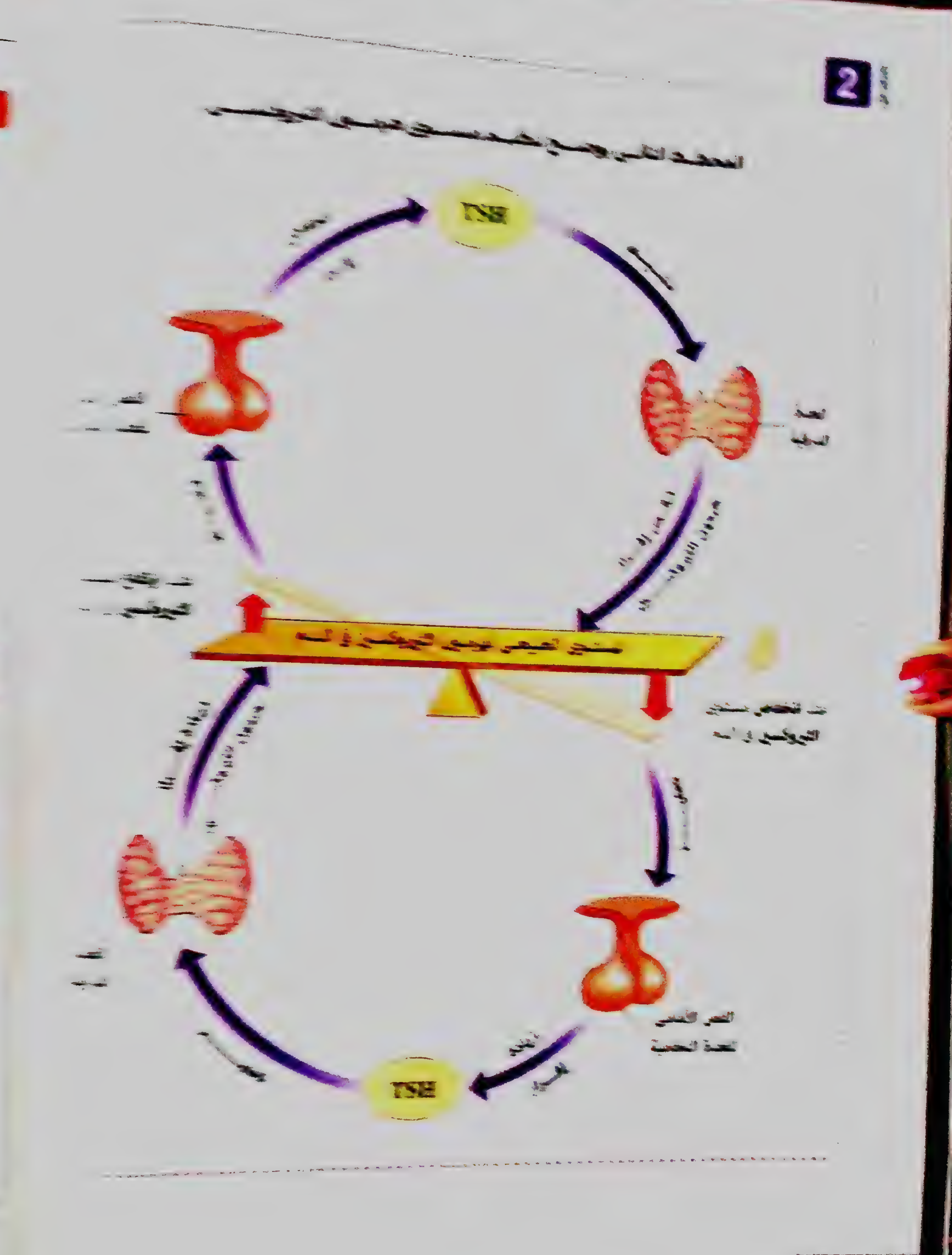
Key Points

* يتم عادةً تنظيم الهرمونات وفق آلية التغذية الراجعة السلبية وهى آلية توضح أنه عندما ينخفض مستوى الهرمون فى الدم عن مستواه الطبيعى فإن ذلك يحفز الغدة المفرزة له بزيادة إفرازه،
وعندما يزداد مستواه فى الدم عن المعدل الطبيعى فإن ذلك يحفز الغدة المفرزة له بخفض إفرازه،
ويمكن توضيح التغذية الراجعة السلبية من خلال هرمون TSH المفرز من الغدة النخامية وهرمون الثيروكسين المفرز من الغدة الدرقية **فعندما** ينخفض مستوى هرمون الثيروكسين فى الدم عن المعدل الطبيعى،
فإن ذلك يحفز الفص الأمامى للغدة النخامية لإفراز هرمون TSH وذلك لتحفيز الغدة الدرقية على زيادة إفراز هرمون الثيروكسين وتشير كلمة «سلبية» فى هذه الحالة إلى عكس الحالة أو إعادتها إلى وضعها الطبيعى.
* انخفاض كل من TSH والثيروكسين يرجع إلى خلل فى الفص الأمامى للغدة النخامية.
* انخفاض TSH وارتفاع الثيروكسين
* ارتفاع TSH وانخفاض الثيروكسين

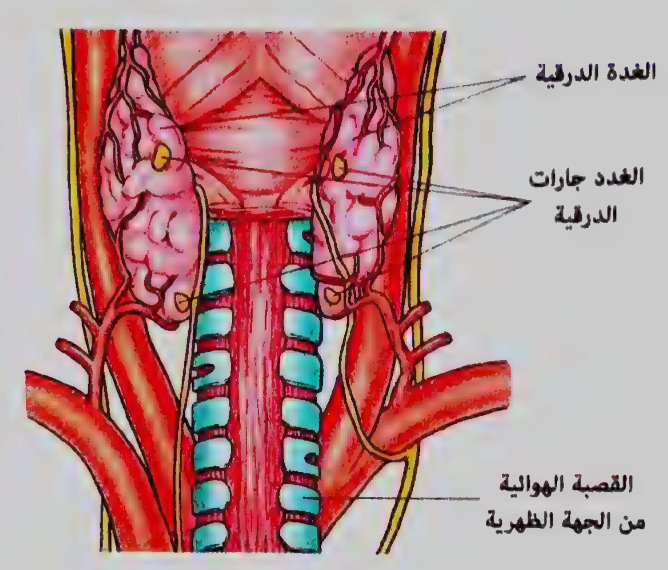
} يرجع إلى خلل فى الغدة الدرقية.

المخطط التالي يوضح تنظيم مستوى هرمون الثيروكسين :

TSH
تثبيط
الغدة الدرقية
نقص إفراز الثيروكسين
المستوى الطبيعي لهرمون الثيروكسين في الدم
عند انخفاض مستوى الثيروكسين في الدم
تنشيط
الفص الأمامي للغدة النخامية
زيادة الإفراز
TSH
تنشيط
الغدة الدرقية
زيادة إفراز الثيروكسين
عند ارتفاع مستوى الثيروكسين في الدم
تثبيط
الفص الأمامي للغدة النخامية
انخفاض إفراز


TSH
TSH

ثالثًا الغدد جارات الدرقية Parathyroid Glands



* **الموقع :** تتكون من أربعة أجزاء منفصلة، اثنتان على كل جانب من الغدة الدرقية.
* **الوظيفة :** تفرز هرمون «الباراثورمون **Parathormone**» :

وظيفة هرمون الباراثورمون

1. يلعب دورًا هامًا بالاشتراك مع هرمون الكالسيتونين (المُفرز من الغدة الدرقية) فى الحفاظ على المعدل الطبيعى لمستوى الكالسيوم فى الدم.
2. تعتمد كمية هرمون الباراثورمون على نسبة الكالسيوم فى الدم حيث يزداد إفرازه عند انخفاض نسبة الكالسيوم فى الدم فيعمل على رفع نسبة الكالسيوم وذلك عن طريق سحبه من العظام.

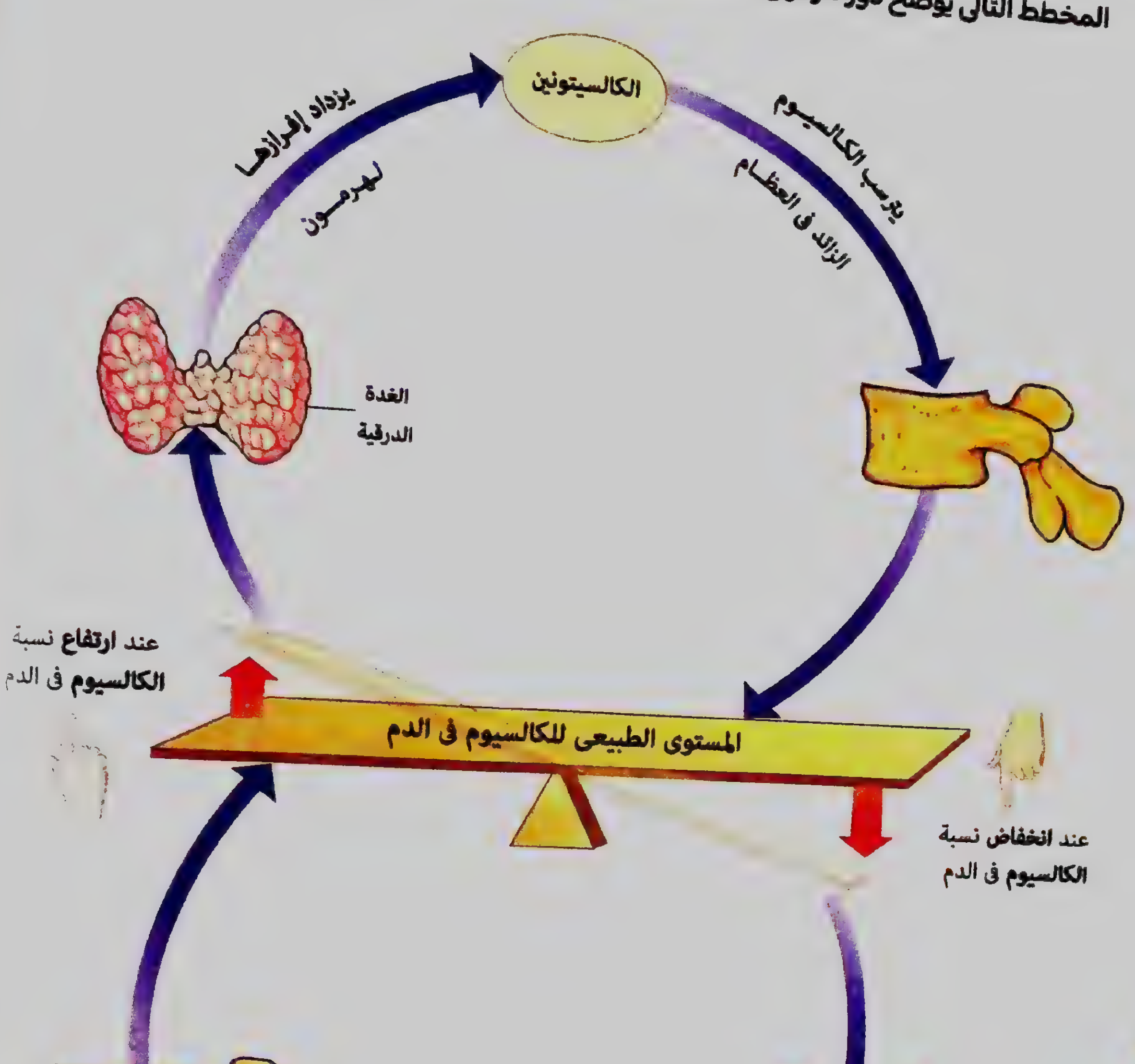
زيادة إفراز هرمون الباراثورمون تسبب

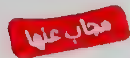
ارتفاع نسبة الكالسيوم فى الدم نتيجة سحبه من العظام مما يؤدى إلى هشاشة العظام وتعرضها للانحناء والكسر بسهولة

نقص إفراز هرمون الباراثورمون يسبب

1. نقص نسبة الكالسيوم فى الدم.
2. سرعة الانفعال والغضب والثورة لأقل سبب.
3. تشنجات عضلية مؤلمة.

المخطط التالي يوضح دور هرموني الكالسيتونين والباراثورمون في تنظيم نسبة الكالسيوم في الدم :





14 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

أى مما يلى يعد سببًا لانخفاض النسبة الطبيعية للهرمون المنبه للغدة الدرقية ولهرمون الثيروكسين ؟

Ⓐ خلل فى خلايا الغدة الدرقية أدى إلى فرط نشاطها

Ⓑ خلل فى خلايا الغدة الدرقية أدى إلى قلة نشاطها

Ⓒ خلل فى خلايا الفص الأمامى للغدة النخامية أدى إلى فرط نشاط الغدة الدرقية

Ⓓ خلل فى خلايا الفص الأمامى للغدة النخامية أدى إلى قلة نشاط الغدة الدرقية

★ مما سبق يمكن إيجاز بعض الحالات المرضية الناتجة عن الخلل فى إفراز الهرمونات، كما بالجدول التالى :

الحالة المرضية	الأسباب	الأعراض	العلاج
العملقة	زيادة إفراز هرمون النمو فى الأطفال	* زيادة كبيرة فى طول القامة عن المعدل الطبيعى.	
القزامة	نقص إفراز هرمون النمو فى الأطفال	* قصر ملحوظ فى القامة عن المعدل الطبيعى.	
الأكروميجالى	زيادة إفراز هرمون النمو فى البالغين	* تجديد نمو الأجزاء البعيدة فى العظام الطويلة (كالأيدى والأقدام والأصابع) وتضخم عظام الوجه.	
التضخم البسيط (الجويتر البسيط)	نقص إفراز هرمون الثيروكسين نتيجة نقص اليود فى الغذاء والماء والهواء	* تضخم بسيط فى الغدة الدرقية.	* إضافة اليود إلى الملح والأغذية المختلفة.
القماءة	نقص حاد فى إفراز هرمون الثيروكسين فى الأطفال	* الجسم قصير، الرأس كبيرة والرقبة قصيرة. * قد يسبب تخلف عقلى. * قد يسبب تأخر النضج الجنسى.	

الميكسوديما	نقص حاد فى إفراز هرمون الثيروكسين فى البالغين	* جفاف الجلد وتساقط الشعر. * هبوط مستوى التمثيل الغذائى لدرجة عدم تحمل الفرد البرودة. * زيادة فى وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة. * قلة ضربات القلب. * الشعور السريع بالتعب.	* استخدام هرمونات الغدة الدرقية أو مستخلصاتها تحت إشراف طبى متخصص.
التضخم الجحوظى (الجويتر الجحوظى)	الإفراط فى إفراز هرمون الثيروكسين	* تضخم ملحوظ فى الغدة الدرقية وانتفاخ الجزء الأمامى من الرقبة مع جحوظ العينين. * زيادة فى أكسدة الغذاء لدرجة عدم تحمل الفرد الحرارة. * نقص فى وزن الجسم. * زيادة فى ضربات القلب. * تهيج عصبى.	* استئصال جزء من الغدة الدرقية. * استخدام مركبات طبية خاصة.
هشاشة العظام	زيادة إفراز هرمون الباراثورمون	* ارتفاع نسبة الكالسيوم فى الدم نتيجة سحبه من العظام. * تعرض العظام للانحناء والكسر بسهولة.	

الدرس الثانى

تابع الغدد فى الإنسان

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف دور البنكرياس كمنظم للسكر.
- يستنتج أن البنكرياس غدة مزدوجة (قنوية ولاقنوية).
- يربط بين المرض وما يسببه (نقص أو زيادة فى إفراز هرمون معين).
- يقدر عظمة الخالق فى كيفية التنسيق الهرمونى فى الكائنات الحية.

رابعاً الغدتان الكظريتان (فوق الكلوية) «غدتا الانفعال» Adrenal (Suprarenal) Glands

* **الموقع :** غدتان تقع كل منهما فوق إحدى الكليتين.
* **التركيب :** تتركب كل غدة من منطقتين متميزتين من الناحية التشريحية والفسيولوچية، وهما :
  - الجزء الخارجى ← يسمى «القشرة **Cortex**».
  - الجزء الداخلى ← يسمى «النخاع **Medulla**».

* تختلف الهرمونات التى تفرزها القشرة عن الهرمونات التى يفرزها النخاع، وهى كالتالى :

أ هرمونات القشرة

* تفرز قشـرة الغدد الكظرية العديد من الهرمونات تعرف بمجموعة «الستيرويدات **Steroids**» والتى يمكن تقسيـ إلى ثلاث مجموعات كالتالى :

١ مجموعة الهرمونات السكرية Glucocorticoids

* **تشمـل :** هرمون الكورتيزون **Cortisone** وهرمون الكورتيكوستيرون **Corticosterone**
* **الوظيفة :** تنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات - النشويات) بالجسم.

أضيف إلى معلوماتك

يؤدى هرمون الكورتيزون وظائف عديدة داخل الجسم البشرى، ومن بين هذه الوظائف تحفيز إنتاج الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية عن طريق تحليل البروتينات والدهون ثم تحويل نواتج التحلل إلى جلوكوز، كما أن هرمون الكورتيزون له تأثير مضاد للالتهاب ومثبط لجهاز المناعة.

٢ مجموعة الهرمونات المعدنية Mineralocorticoids

* **منها :** هرمون الألدوستيرون **Aldosterone**
* **الوظيفـة :** لـه دور هـام فـى الحفاظ على تـوازن المعادن بالجسـم **فمثلًا** يسـاعد على إعادة امتصـاص الأملاح، مثل الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.

Key Points

* **عند زيادة إفراز هرمون الألدوستيرون :**
  - يرتفع مستوى الصوديوم فى الدم ويقل مستوى البوتاسيوم.
  - يزداد مستوى البوتاسيوم فى **البول** ويقل مستوى الصوديوم.

٣ مجموعة الهرمونات الجنسية Sex Hormones

* هرمونات لها نشـاط مشـابه للهرمونات الذكرية **(التستوستيرون)** والهرمونات الأنثوية **(الإستروچين والبروچسترون)** التى تفرزها الغدد الجنسية.
* إذا حدث خلل بين توازن هذه الهرمونات والهرمونات الجنسية المفرزة من الغدد المختصة، **يؤدى ذلك إلى :**
  - ظهور صفات وعوارض الذكورة فى الإناث البالغة.
  - ظهور صفات وعوارض الأنوثة فى الذكور البالغين.
  - ضمور الغدد الجنسية فى كلا الجنسين (فى حالة حدوث تورم لقشرة الغدة).

ب هرمونات النخاع

* يفرز النخاع هرمونين، **هما :**

الأدرينالين Adrenaline.

النورأدرينالين Noradrenaline (هرمونى النجدة والطوارئ).

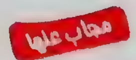
* **الوظيفـة :** يقـوم الهرمونـان بعـدة وظائـف حيويـة فـى حالـة الطـوارئ التـى يوضـع فيهـا الجسـم، (مثل : الخوف، الإثارة، القتال، الهروب)، **حيث يعملان على :**

1. زيادة نسبة السكر فى الدم عن طريق تحلل الجليكوچين المُخزن فى الكبد إلى جلوكوز.
2. زيادة قوة وسرعة انقباض القلب.
3. رفع ضغط الدم.

ونتيجة للتغيرات السابقة تحصل عضلات الجسم على الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين (يظهر ذلك بوضوح أثناء تأدية التمرينات الرياضية) :

دور هرمون الأدرينالين وهرمون النورأدرينالين فى حالة الطوارئ

15 اختبر نفسك



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى الاختيارات بالجدول المقابل يوضح نتائج الاختبارات بالدم التى تظهر عند الارتفاع فى إفراز هرمون الألدوستيرون ؟

	الصوديوم	البوتاسيوم
أ	يرتفع	يرتفع
ب	ينخفض	ينخفض
ج	يرتفع	ينخفض
د	ينخفض	يرتفع

٢ أى مما يلى صحيح بالنسبة لهرمونات الأدرينالين والأنسولين والكورتيكوستيرون ؟

(أ) تذوب فى الدهون
(ب) تفرز بتحفيز من الغدة النخامية
(ج) تفرز من النسيج الداخلى للغدة الكظرية
(د) تؤثر على مستوى الجلوكوز فى الدم

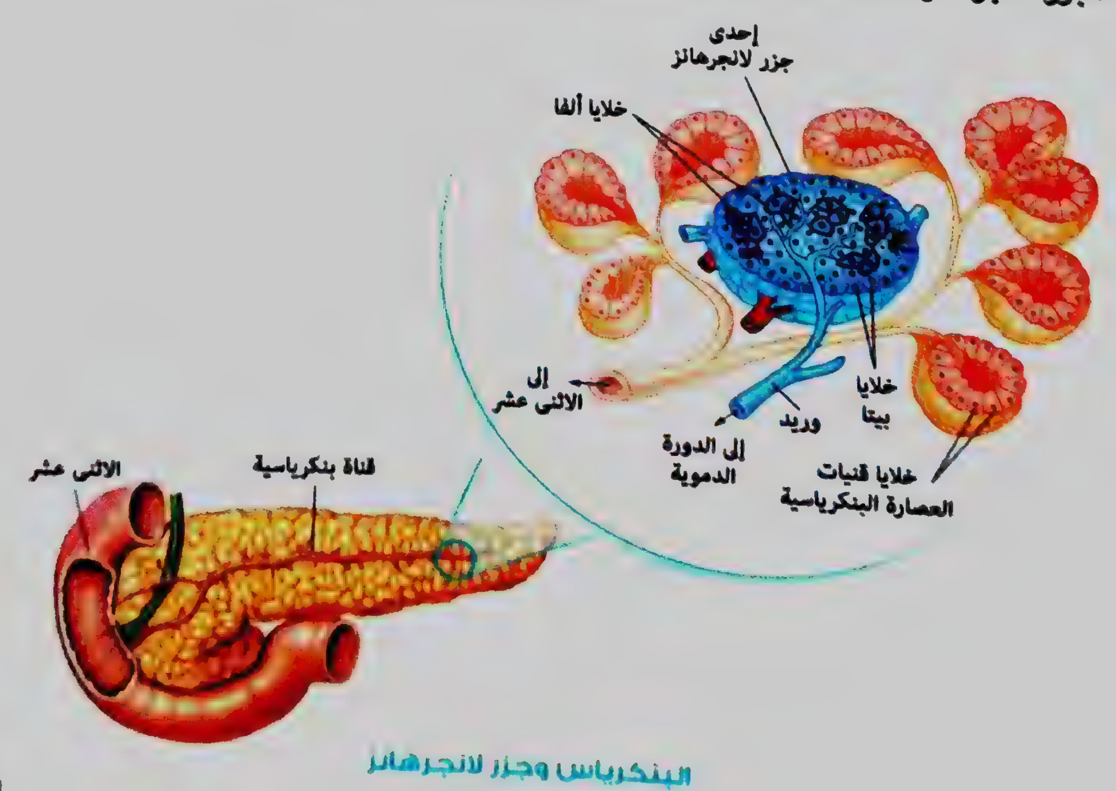
خامسًا البنكرياس Pancreas

شاهد الفيديو

* يعتبر البنكرياس من الغدد المشتركة (المختلطة) التى تجمع بين الغدد القنوية (ذات الإفراز الخارجى) والغدد اللاقنوية (الصماء)، حيث إنه :

١ يصب إنزيماته الهاضمة التى تفرزها خلايا حويصلية فى الاثنى عشر وذلك عن طريق القناة البنكرياسية (أى أنه يعمل كغدة قنوية).

٢ يفرز هرموناته فى الدم مباشرةً وذلك من خلايا غدية صغيرة متخصصة تُعرف بـ «جزر لانجرهانز **Islets of Langerhans**» (أى أنه يعمل كغدة صماء).



البنكرياس وجزر لانجرهانز

* **أنواع الخلايا فى جزر لانجرهانز :**

يمكن التمييز بين نوعين من الخلايا فى جزر لانجرهانز، هما :

أ خلايا ألفا Alpha Cells

* عددها قليل وتفرز هرمون الجلوكاجون **Glucagon**
* **وظيفة هرمون الجلوكاجون :**

يعمل على رفع تركيز سكر الجلوكوز فى الدم وذلك عن طريق تحويل الجليكوچين المُخزن بالكبد فقط إلى جلوكوز

الجليكوچين ← (هرمون الجلوكاجون) ← جلوكوز

ب خلايا بيتا Beta Cells

* تمثل غالبية خلايا جزر لانجرهانز وتفرز هرمون الأنسولين **Insulin**
* **وظيفة هرمون الأنسولين :** يعمل على خفض تركيز سكر الجلوكوز فى الدم وذلك عن طريق :

١ مرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز فى خلايا وأنسجة الجسم المختلفة.

ملحوظة
يمر الفركتوز إلى داخل الخلايا دون الحاجة لهرمون الأنسولين.

٢ التحكم فى العلاقة بين الجليكوچين المُخزن والجلوكوز المنفرد فى الدم، حيث يحفز تحول الجلوكوز إلى :

- جليكوچين يُخزن فى الكبد والعضلات.

او

- مواد دهنية تُخزن فى أنسجة الجسم المختلفة.

الجلوكوز ← (هرمون الانسولين) ←
- جليكوچين ← (يُخزن فى) ← الكبد والعضلات
- مواد دهنية ← (تُخزن فى) ← أنسجة الجسم المختلفة

* **نقص إفراز هرمون الانسولين :** يؤدى إلى حدوث خلل فى أيض كل من الجلوكوز والدهون فى الجسم مما يسبب مرض «البول السكرى **Diabetes Mellitus**».

• أعراض مرض البول السكرى :

1. ارتفاع نسبة سكر الجلوكوز فى الدم عن المعدل الطبيعى (يظهر ذلك فى تحاليل الدم).
2. تعدد التبول والعطش، نتيجة وجود سكر الجلوكوز فى البول (يظهر ذلك فى تحليل البول) الذى يصاحبه إخراج كميات كبيرة من الماء.
3. إصابة مرضى السكر أحيانًا بغيبوبة السكر.

ملاحظات

(١) يعمل هرمون الجلوكاجون بطريقة عكس هرمون الأنسولين.

(٢) هرمون الجلوكاجون وهرمون الأنسولين لهما علاقة مباشرة باستخدام سكر الجلوكوز فى الجسم وبالتالى الحفاظ على المستوى الثابت للسكر فى الدم والذى يبلغ حوالى (٨٠ - ١٢٠ ملليجرام/ ١٠٠سم^{3}).

أضف إلى معلوماتك

يحقن مريض السكر بالأنسولين ولا يتناوله عن طريق الفم لأن هرمون الأنسولين يتكون من بروتين فإذا تم تناوله عن طريق الفم سيتعرض للهضم بواسطة إنزيمات هضم البروتين فى المعدة والأمعاء قبل أن يصل للدورة الدموية.

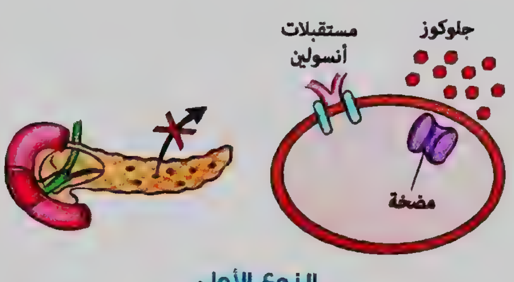
علم الأحياء فى حياتنا اليومية

• مرض البول السكرى Diabetes Mellitus :

هو مرض شائع يتميز بارتفاع مستوى الجلوكوز فى الدم، واعتمادًا على سبب ارتفاع سكر الجلوكوز عن المعدل الطبيعى يقسم مرض البول السكرى إلى نوعين :

- النوع الأول Type I Diabetes :

وهو أقل شيوعًا وأكثر خطورة وينتج هذا النوع بسبب أحد أمراض المناعة الذاتية، حيث يهاجم الجهاز المناعى خلايا بيتا فى جزر لانجرهانز ويدمرها، مما يخفض مستوى الأنسولين بالدم أو يتوقف إفرازه.



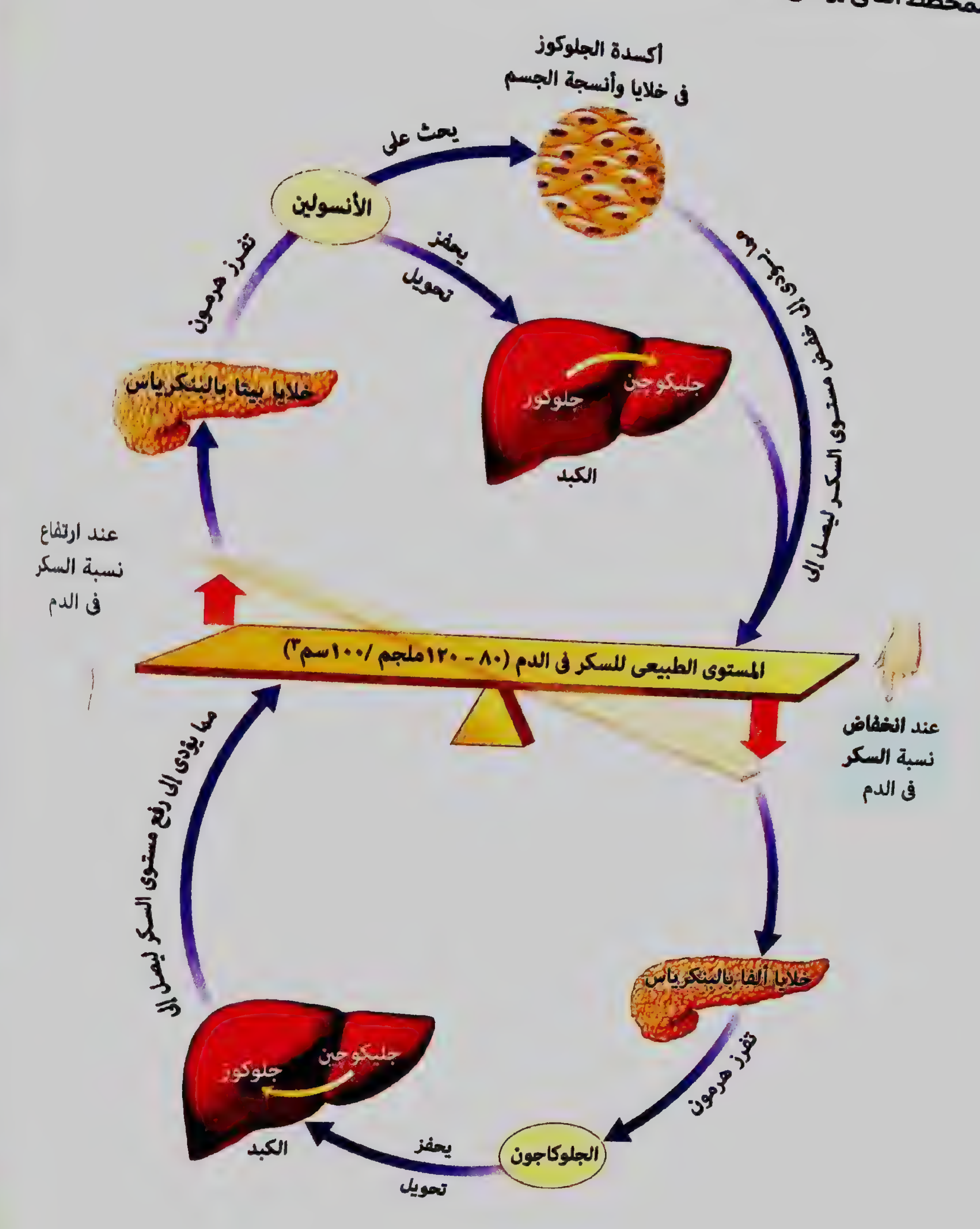
النوع الأول

- النوع الثانى Type II Diabetes :

وهو أكثر شيوعًا وأقل خطورة، وعادةً ما يظهر فى الأفراد بعد سن الأربعين، فى هذا النوع تكون خلايا بيتا سليمة وتنتج كميات طبيعية من الأنسولين، إلا أن الجسم لا يكون قادرًا على استخدام الأنسولين بشكل فعّال والاستفادة منه، وهو ما يعرف بمقاومة الأنسولين (Insulin Resistance).

النوع الثانى

المخطط التالى يوضح دور هرمونى الأنسولين والجلوكاجون فى تنظيم نسبة السكر فى الدم :



مجاب عنها

16 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ من خلال دراستك للجدول المقابل والذى يوضح تركيز الجلوكوز فى دم شخصين (س) ، (ص) بعد تناول نفس الوجبة الغذائية، أى من العبارات التالية تعتبر صحيحة ؟

الزمن بعد الوجبة الغذائية (ساعة)	تركيز الجلوكوز فى الدم (ملليجرام / ١٠٠ سم^٣)	
	الشخص (س)	الشخص (ص)
٠,٥	١٨٠	١٧٠
١	١٩٥	١٥٥
١,٥	٢٣٠	١٤٠
٢	٢٤٥	١٣٥
٢,٥	٢٣٥	١٤٠
٣	٢٢٥	١٢٥
٤	٢٠٠	١٢٠

(أ) الشخص (س) مصاب بمرض البول السكرى

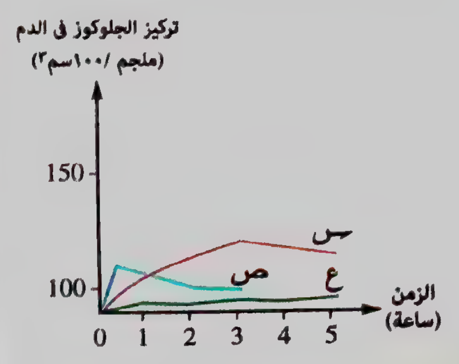
(ب) الشخص (ص) مصاب بمرض البول السكرى

(ج) كل من الشخصين (س) ، (ص) مصاب بمرض البول السكرى

(د) كل من الشخصين (س) ، (ص) غير مصاب بمرض البول السكرى

٢ أى الهرمونات التالية مسئول عن تغير تركيز الجلوكوز كما يتضح بالمنحنيات (س) ، (ص) ، (ع) بالشكل البيانى الذى أمامك ؟

	س	ص	ع
(أ)	أنسولين	أدرينالين	جلوكاجون
(ب)	كورتيزون	ألدوستيرون	جلوكاجون
(ج)	ثيروكسين	أنسولين	أدرينالين
(د)	كورتيزون	أدرينالين	جلوكاجون



سادسًا الغدد التناسلية (المناسل) Sex Glands (Gonads)

شاهد الفيديو

* **الغدد التناسلية (المناسل) فى الإنسان، تشمل :**

– الخصية فى الذكر.

– المبيض فى الأنثى.

* **وظيفتها :**

١ تكوين الجاميتات الذكرية (الحيوانات المنوية) والجاميتات الأنثوية (البويضات) ← **وظيفة أساسية.**

٢ تفرز مجموعة من الهرمونات الجنسية وهى تتميز إلى نوعين، هما :

أ الهرمونات الجنسية الذكرية Male Sex Hormones

* تُعرف الهرمونات الذكرية بـ «الأندروچينات Androgens»، وتشمل هرمونين، هما :

1. هرمون التستوستيرون Testosterone
2. هرمون الأندروستيرون Androsterone

* **مكان الإفراز :** تُفرز من الخلايا البينية فى الخصية.
* **الوظيفة :** – نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.
  – ظهور الصفات الجنسية الثانوية فى الذكر.

ب الهرمونات الجنسية الأنثوية Female Sex Hormones

1. بعض الهرمونات الجنسية الأنثوية والتى تعرف بـ «الإستروچينات Oestrogenes» وتشمل هرمونين، هما :

	مكان الإفراز	الوظيفة
هرمون الإستروچين Oestrogen (الإستراديول (Oestradiol	يُفرَز من حويصلات جراف فى المبيض	– يعمل على ظهور الخصائص الجنسية الثانوية فى الأنثى مثل كبر الغدد الثديية وتنظيم الطمث (الدورة الشهرية).
هرمون البروچسترون Progesterone	يُفرَز من الجسم الأصفر فى المبيض والمشيمة فى الرحم	– يعمل على تنظيم دورة الحمل، حيث : • ينظم التغيرات الدموية فى الغشاء المبطن للرحم ليعده لاستقبال البويضة المخصبة وزرعها فيه. • ينظم التغيرات التى تحدث فى الغدد الثديية أثناء الحمل.

2. هرمون الريلاكسين Relaxin :

* **مكان الإفراز :** يُفرَز من الجسم الأصفر فى المبيض والمشيمة وبطانة الرحم.
* **الوظيفة :** يزيد إفرازه عند نهاية فترة الحمل فيعمل على ارتخاء الارتفاق العانى لتسهيل عملية الولادة.

17 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

أى مما يلى يحدث للسيدة الحامل فى الشهر الثانى ؟

(أ) يعمل هرمون FSH على تحفيز نمو الغدد الثديية

(ب) يعمل هرمون LH على تحفيز إفراز هرمون البروچسترون

(جـ) يزداد إفراز هرمون الريلاكسين ليعمل على ارتخاء الارتفاق العانى

(د) يفرز هرمون البروچسترون للحفاظ على الحمل

سابعًا هرمونات القناة الهضمية Gastrointestinal Hormones

* **الغشاء المخاطى المبطن للقناة الهضمية :**

- يحتوى على غدد تفرز العصارة الهاضمة.
- يقوم بإفراز مجموعة من الهرمونات تعمل على تنشيط غدد القناة الهضمية لإفراز الإنزيمات الهاضمة وعصاراتها المختلفة، **مثل :**

❶ **هرمون الجاسترين :** الذى يفرز من المعدة وينتقل خلال الدم إلى المعدة مرة أخرى ليحثها على إفراز العصير المعدى.

❷ **هرمونى السكيرتين «Secretin» و«الكوليسيستوكينين Cholecystokinin» :** اللذان يُفرزان من الأمعاء الدقيقة وينتقلان عبر الدم إلى البنكرياس ليحثانه على إفراز العصارة البنكرياسية.

Key Points

* **هرمونات مفرزة بتأثير هرمونى :**

- الثيروكسين ← يُفرز بتأثير هرمون TSH
- الإستروچين ← يُفرز بتأثير هرمون FSH
- التستوستيرون ، الأندروستيرون ، البروچسترون ← يتم إفرازها بتأثير هرمون LH
- الألدوستيرون ، الكورتيزون ، الكورتيكوستيرون ← يتم إفرازها بتأثير هرمون ACTH

* **هرمونات مفرزة بتأثير عصبى (الأسرع فى الإفراز) :**

- الأدرينالين.
- النورأدرينالين.

★ يمكن تلخيص ما سبق دراسته فيما يلى :

١ الهرمونات وتأثيراتها

الهرمون	مصدر الإفراز	التأثيرات الرئيسية
الأوكسينات (الهرمونات النباتية)	الخلايا الحية فى القمم النامية والبراعم النباتية	* تنظم تتابع نمو الأنسجة وتنوعها. * تؤثر على النمو بالتنشيط أو التثبيط. * تتحكم فى موعد تفتح الأزهار وتساقط الأوراق ونضج الثمار وتساقطها. * تؤثر على العمليات الوظيفية فى جميع خلايا وأنسجة النبات. * تمكن الإنسان من التحكم فى إخضاع نمو النبات.
هرمون النمو «GH»	الفص الأمامى للغدة النخامية (الجزء الغدى)	* التحكم فى عمليات الأيض (التمثيل الغذائى) وخاصةً تصنيع البروتين وبذلك يتحكم فى نمو الجسم.
هرمون «TSH»	الفص الأمامى للغدة النخامية (الجزء الغدى)	* تنبيه الغدة الدرقية لإفراز الثيروكسين.
هرمون «ACTH»	الفص الأمامى للغدة النخامية (الجزء الغدى)	* تنبيه قشرة الغدة الكظرية لإفراز هرموناتها.
الهرمون المنبه لتكوين الحويصلة «FSH»	الفص الأمامى للغدة النخامية (الجزء الغدى)	* فى الأنثى يعمل على نمو الحويصلات فى المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف. * فى الذكر يساعد على تكوين الأنيبيبات المنوية وتكوين الحيوانات المنوية فى الخصية. هرمون FSH، وهرمون LH ضروريان لاكتمال عملية التكوين الجنسى للفرد
الهرمون المنبه لتكوين الجسم الأصفر «LH»	الفص الأمامى للغدة النخامية (الجزء الغدى)	* فى الأنثى يحفز تكوين الجسم الأصفر. * فى الذكر مسئول عن تكوين وإفراز الخلايا البينية فى الخصية.
الهرمون المنبه لإفراز اللبن (البرولاكتين)	الفص الأمامى للغدة النخامية (الجزء الغدى)	* يحفز إنتاج اللبن فى الغدد الثديية.
الهرمون المضاد لإدرار البول «ADH» أو الهرمون القابض للأوعية الدموية	الجزء العصبى من الغدة النخامية (الخلايا العصبية) المفرزة الموجودة فى منطقة تحت المهاد «الهيبوثالامس»	* يعمل على تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء فى النفرون. * يعمل على رفع ضغط الدم.

الهرمون	الغدة	الوظيفة
الهرمون الملبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين)	الجزء العصبى من الغدة النخامية (الخلايا العصبية المفرزة الموجودة فى منطقة تحت المهاد «الهيبوثالامس»)	* له علاقة مباشرة بعملية تنظيم تقلصات الرحم ويزيدها بشدة أثناء عملية الولادة من أجل إخراج الجنين. * له أثر مشجع فى اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.
الثيروكسين	الغدة الدرقية	* يعمل على نمو وتطور القوى العقلية والبدنية. * يؤثر على معدل الأيض الأساسى ويتحكم فيه. * يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية. * يحافظ على سلامة الجلد والشعر.
الكالسيتونين	الغدة الدرقية	* يعمل على تقليل نسبة الكالسيوم فى الدم ويمنع سحبه من العظام.
الباراثورمون	الغدد جارات الدرقية	* يعمل على زيادة نسبة الكالسيوم فى الدم من خلال سحبه من العظام.
الهرمونات السكرية (الكورتيزون والكورتيكوستيرون)	قشرة الغدة الكظرية	* تنظم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات - النشويات) بالجسم.
الهرمونات المعدلية (الألدوستيرون)	قشرة الغدة الكظرية	* لها دور هام فى الحفاظ على توازن المعادن بالجسم، **فمثلًا** تعمل على إعادة امتصاص الأملاح، مثل الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.
الهرمونات الجنسية للغدة الكظرية	قشرة الغدة الكظرية	* لها نشاط مشابه للهرمونات الذكرية (التستوستيرون) والهرمونات الأنثوية (الإستروجين والبروجسترون) التى تفرزها الغدد الجنسية.
الأدرينالين والنورادرينالين (هرمونى النجدة والطوارئ)	نخاع الغدة الكظرية	* يقوم الهرمونان بعدة وظائف حيوية فى حالة الطوارئ التى يوضع فيها الجسم، **مثل** الخوف والإثارة والقتال والهروب **حيث يعملان على** : ① زيادة نسبة السكر فى الدم عن طريق تحلل الجليكوجين المُخزن فى الكبد إلى جلوكوز. ② زيادة قوة وسرعة انقباض القلب. ③ رفع ضغط الدم. ونتيجة للتغيرات السابقة تحصل عضلات الجسم على الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين (يظهر ذلك بوضوح أثناء تأدية التمرينات الرياضية).
الجلوكاجون	خلايا ألفا بجزر لانجرهانز بالبنكرياس	* يعمل على رفع تركيز سكر الجلوكوز فى الدم (على عكس هرمون الأنسولين) وذلك عن طريق تحويل الجليكوجين المُخزن بالكبد فقط إلى جلوكوز. * يساهم مع الأنسولين فى المحافظة على المستوى الثابت للسكر فى الدم (والذى يبلغ حوالى ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام / ١٠٠ سم^3).

الأنسولين	خلايا بيتا بجزر لانجرهانز بالبنكرياس	* يعمل على خفض تركيز سكر الجلوكوز فى الدم، وذلك عن طريق : ① مرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز فى خلايا وأنسجة الجسم المختلفة. ② التحكم فى العلاقة بين الجليكوجين المُخزن والجلوكوز المنفرد فى الدم، حيث يحفز تحول الجلوكوز إلى جليكوجين يُخزن فى الكبد والعضلات أو إلى مواد دهنية تُخزن فى أنسجة الجسم الأخرى.
التستوستيرون والأندروستيرون	الخلايا البينية بالخصية	* نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين. * ظهور الصفات الجنسية الثانوية فى الذكر.
الإستروچين (الإستراديول)	حويصلات جراف فى المبيض	* ظهور الخصائص الجنسية الثانوية فى الأنثى، مثل كبر الغدد الثديية وتنظيم الطمث (الدورة الشهرية).
البروچسترون	الجسم الأصفر فى المبيض والمشيمة فى الرحم	* يعمل على تنظيم دورة الحمل، حيث : ① ينظم التغيرات الدموية فى الغشاء المبطن للرحم ليعده لاستقبال البويضة وزرعها. ② ينظم التغيرات التى تحدث فى الغدد الثديية أثناء الحمل.
الريلاكسين	الجسم الأصفر فى المبيض والمشيمة وبطانة الرحم	* يزيد إفرازه عند نهاية فترة الحمل فيعمل على ارتخاء الارتفاق العانى لتسهيل عملية الولادة.
الجاسترين	الغشاء المخاطى المبطن للمعدة	* ينتقل خلال الدم إلى المعدة مرة أخرى ليحثها على إفراز العصير المعدى.
السكيرتين والكوليسيستوكينين	الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء الدقيقة	* ينتقلان عبر الدم إلى البنكرياس ليحثانه على إفراز العصارة البنكرياسية.

٢ هرمونات حفظ الاتزان الداخلى للجسم

① الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)
② الألدوستيرون

الحفاظ على توازن الماء والمعادن فى الدم (الحفاظ على أسموزية الدم)

③ الكالسيتونين
④ الباراثورمون

الحفاظ على المعدل الطبيعى لمستوى الكالسيوم فى الدم

⑤ الأنسولين
⑥ الجلوكاجون

الحفاظ على المستوى الثابت لسكر الجلوكوز فى الدم والذى يبلغ حوالى (٨٠ - ١٢٠ ملليجرام / ١٠٠سم٣)

٣ هرمونات التمثيل الغذائى (عمليات الأيض)

الهرمون	الوظيفة
❶ هرمون النمو (GH)	التحكم فى عمليات الأيض وخاصةً تصنيع البروتين وبالتالى التحكم فى نمو الجسم
❷ الثيروكسين	التحكم فى معدل الأيض الأساسى بالجسم
❸ الكورتيزون ❹ الكورتيكوستيرون	تنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات والنشويات) بالجسم
❺ الأنسولين	* الحث على أكسدة الجلوكوز فى خلايا وأنسجة الجسم المختلفة (عملية هدم). * يحفز تحويل الجلوكوز إلى جليكوچين يخزن فى الكبد والعضلات أو إلى مواد دهنية تخزن فى أنسجة الجسم المختلفة (عملية بناء).

٤ هرمونات تؤثر على الغدد الثديية فى أنثى الإنسان

الهرمون	الوظيفة
❶ الإستروچين	نمو الغدد الثديية عند البلوغ
❷ البروچسترون	تنظيم التغيرات التى تحدث فى الغدد الثديية أثناء الحمل
❸ البرولاكتين	تكوين اللبن فى الغدد الثديية
❹ الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين)	له أثر مشجع فى اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة

٥ هرمونات النضج الجنسى فى ذكر الإنسان

الهرمون	الوظيفة
❶ FSH	* تكوين الأنيبيبات المنوية فى الخصية. * تكوين الحيوانات المنوية فى الخصية.
❷ LH	* تكوين الخلايا البينية فى الخصية. * تنبيه الخلايا البينية لإفراز هرمونات الذكورة.
❸ التستوستيرون ❹ الأندروستيرون	* نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين. * ظهور الصفات الجنسية الثانوية فى الذكر عند البلوغ.

٦ هرمونات النضج الجنسى فى أنثى الإنسان

❶ FSH ← إنضاج (نمو) الحويصلات فى المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف (فى مرحلة نضج البويضة)

❷ LH ← يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف (فى مرحلة التبويض)

❸ الإستروجين (الإستراديول) ← ظهور الصفات الجنسية الثانوية فى الأنثى عند البلوغ، مثل نمو الغدد الثديية وتنظيم الطمث (الدورة الشهرية)

٧ هرمونات ترتبط بفترة الحمل

❶ البروجسترون ←
* تنظيم دورة الحمل، حيث:
- يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.
- ينظم التغيرات التى تحدث فى الغدد الثديية أثناء الحمل.

❷ الريلاكسين ← يزيد إفرازه عند نهاية فترة الحمل فيعمل على ارتخاء الارتفاق العانى لتسهيل عملية الولادة

❸ الأوكسيتوسين ← له علاقة مباشرة بعملية تنظيم تقلصات الرحم ويزيدها بشدة أثناء عملية الولادة من أجل إخراج الجنين

٨ هرمونات ترتبط بعملية الهضم

❶ الجاسترين ← ينتقل عبر الدم إلى المعدة ليحثها على إفراز العصير المعدى

❷ السكيرتين
❸ الكوليسيستوكينين
← ينتقلان عبر الدم إلى البنكرياس ليحثانه على إفراز العصارة البنكرياسية

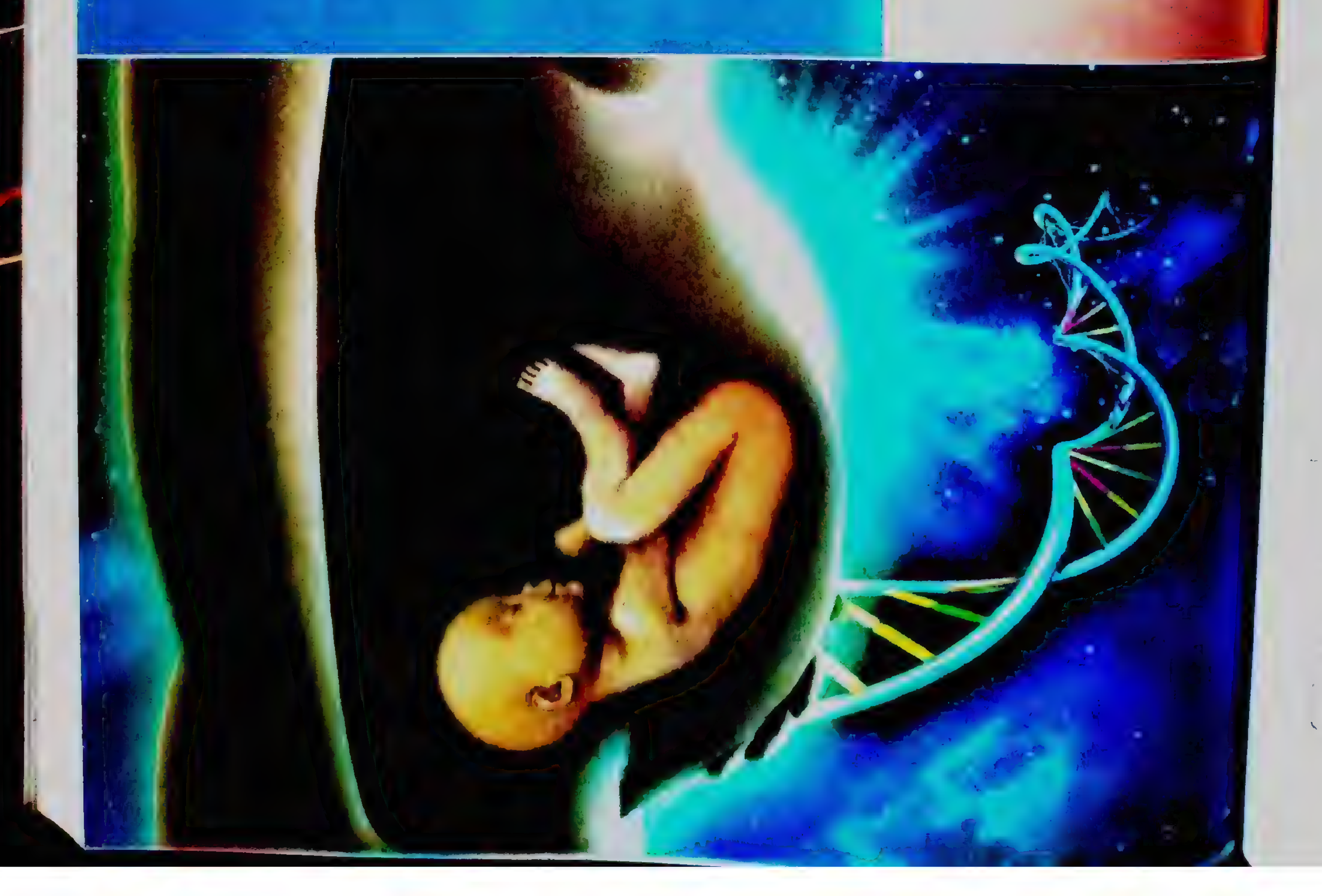
٩ هرمونات النقل العصبى

❶ الألدوستيرون ← هام لضبط مستوى الصوديوم المسئول عن استجابة العضلة للتحفيز العصبى خلال الليفة العضلية

❷ الباراثورمون والكالسيتونين ← هامين لضبط مستوى عنصر الكالسيوم المسئول عن نقل السيال العصبى خلال الليفة العصبية

التكاثر فى الكائنات الحية

الدرس الأول	طرق التكاثر في الكائنات الحية.
الدرس الثاني	تابع طرق التكاثر فى الكائنات الحية.
الدرس الثالث	التكاثر فى النباتات الزهرية.
الدرس الرابع	التكاثر فى الإنسان.
الدرس الخامس	تابع التكاثر فى الإنسان.



الفصل 3

الدرس الأول

طرق التكاثر فى الكائنات الحية

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف أهمية التكاثر للأحياء.
- يكتشف قدرات التكاثر بين الأحياء.
- يتعرف صور التكاثر اللاجنسى بين الأحياء.

- تبدأ جميع الأحياء حياتها بالسعى المتواصل لتأمين بقائها كأفراد وتوفير الطاقة اللازمة لنموها حتى مرحلة معينة من خلال القيام بالوظائف الحيوية المختلفة كالتغذية والتنفس والإخراج والإحساس، ثم تسعى لتأمين بقاء أنواعها بالتكاثر فتوجه له معظم طاقاتها وسلوكها.

التكاثر

عملية حيوية يقوم بها الكائن الحى (بعد أن يصل إلى حد معين من النمو) بغرض الحفاظ على نوعه وحمايته من الانقراض وزيادة أعداده.

- تعتمد عملية التكاثر على تأمين جميع الوظائف الحيوية الأخرى للكائن الحى وليس العكس.
- **تتضح أوجه الاختلاف بين عملية التكاثر وبقية الوظائف الحيوية من المقارنة التالية :**

	جميع الوظائف الحيوية (عدا التكاثر)	عملية التكاثر
أهميتها	– ضرورية لاستمرارية حياة الفرد. – تؤمن بقاء الأفراد.	تؤمن استمرار أنواع الكائنات الحية على الأرض بعد فناء الأفراد، ولو تعطلت عملية التكاثر بشكل جماعى تؤدى إلى انقراض النوع من الوجود
نتيجة توقفها (بالنسبة للفرد)	يهلك الفرد بسرعة	لا يهلك الفرد حتى لو أُزيلت أعضاء التكاثر ويمكنه الاستمرار فى حياته الطبيعية
توقيت إتمامها	منذ بدء حياة الفرد وذلك لتوفير الطاقة اللازمة لاستمرار حياته	بعد الوصول إلى حد معين من النمو يوجه الفرد لها معظم طاقته وسلوكه لتأمين بقاء نوعه

- يتضح مما سبق أن وظيفة التكاثر أقل أهمية من الوظائف الحيوية الأخرى بالنسبة لحياة الفرد ولكنها لا تقل أهمية عن باقى الوظائف الأخرى على المستوى الجماعى.

قدرات التكاثر بين الأحياء

- **تختلف قدرات التكاثر بين الأحياء باختلاف كل من :**

1. **البيئة المحيطة**
   مثال : الأحياء المائية تنتج نسلًا أكثر مما تنتجه أقرانها على اليابسة.
2. **طبيعة حياة الكائن الحى وحجم المخاطر التى يتعرض لها**
   مثال : الأحياء الطفيلية تنتج نسلًا أكثر مما تنتجه الكائنات الحرة لتعويض الفاقد منها.
3. **درجة رقى الكائن الحى وطول عمره**
   مثال : الأحياء البدائية أو قصيرة العمر تنتج نسلًا أكثر مما تنتجه الأحياء المتقدمة أو طويلة العمر وذلك لما تلقاه الأحياء المتقدمة من رعاية وحماية من الآباء.

★ يتضح مما سبق أن الأنواع والأفراد الموجودة فى الوقت الحاضر تعبر عن :

- نجاح أسلافها فى التكاثر.
- تخطى المصاعب التى واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.

• مثال : الكائنات المنقرضة، مثل الديناصورات وغيرها من الزواحف العملاقة، لم تنجح فى استمرارية التكاثر وتخطى المصاعب التى واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.

18 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ ما مدى صحة العبارتين التاليتين، تستطيع معظم أنواع الكائنات الحية القيام بعملية التكاثر، ويقل النسل الناتج مع رقى الكائن الحى ؟

Ⓐ العبارتان صحيحتان
Ⓑ العبارتان خطأ
Ⓒ العبارة الأولى صحيحة والعبارة الثانية خطأ
Ⓓ العبارة الأولى خطأ والعبارة الثانية صحيحة

٢ فى أى الكائنات الحية التالية تزداد قدرات التكاثر ؟

Ⓐ الأسماك
Ⓑ الإنسان
Ⓒ التمساح
Ⓓ الكنغر

٣ أى العبارات التالية تتعارض مع عملية التكاثر ؟

Ⓐ تؤمّن استمرار الأنواع على كوكب الأرض
Ⓑ تستهلك كمية من الطاقة مماثلة لباقى العمليات الحيوية
Ⓒ تستطيع الكائنات الحية استمرار حياتها دون القيام بالتكاثر
Ⓓ تبدأ عند بلوغ الكائن الحى مرحلة معينة من النمو

٤ أى الأشكال البيانية التالية صحيح ؟

Ⓐ

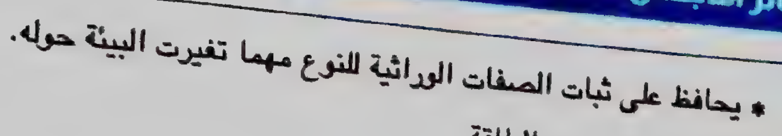
Ⓑ

Ⓒ

Ⓓ

طرق التكاثر فى الكائنات الحية

• تتكاثر الكائنات الحية بعدة سُبل وأساليب لكى تستمر أنواعها ويمكن تجميع تلك الأساليب فى طريقتين أساسيتين، هما : **التكاثر اللاجنسى، والتكاثر الجنسى.**



أولًا التكاثر اللاجنسى Asexual Reproduction

خصائصه العامة

* يحافظ على ثبات الصفات الوراثية للنوع مهما تغيرت البيئة حوله.
* غير مكلف للوقت والطاقة.
* وفرة النسل.
* غير مكلف بيولوجيًا لأن جميع أفراد النوع الواحد قادرة على إنتاج أفرادًا جديدة.

كيفية حدوثه

* انفصال جزء من الجسم سواء كان خلية جرثومية واحدة أو مجموعة خلايا أو أنسجة، ونموها إلى فرد جديد يشبه الفرد الأصلى الذى انفصلت عنه تمامًا (أى تحدث هذه الطريقة بدون أمشاج) وقد يختفى الفرد الأبوى تمامًا بعد حدوث التكاثر (كما فى الانشطار الثنائى).

نوع الانقسام الذى يعتمد عليه

* يعتمد التكاثر اللاجنسى على الانقسام الميتوزى لخلايا الكائن الحى حيث يكون عدد الصبغيات فى خلايا الأفراد الجديدة مماثل لعدد الصبغيات لخلايا الكائن الأصلى.

خلية الكائن الأصلى (٢ن) ← انقسام ميتوزى ← ٢ن + ٢ن (خلايا الأفراد الناتجة)

أو

خلية الكائن الأصلى (ن) ← انقسام ميتوزى ← ن + ن (خلايا الأفراد الناتجة)

خصائص الأفراد الناتجة منه

* الفرد الناتج عن التكاثر اللاجنسى يشبه الفرد الأصلى فى جميع صفاته لأنه يتسلم مادته الوراثية من فرد أبوى واحد فيصير نسخة مطابقة له.

ملحوظة

يتعرض معظم النسل الناتج للهلاك إذا حدث تغير فى الظروف البيئية (ما لم تكن آباؤها قد تأقلمت مع ذلك التغير).

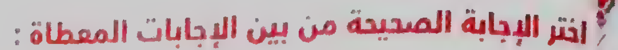
شيوعه

* شائع فى عالم النبات.
* يقتصر وجوده على بعض الأنواع البدائية فى عالم الحيوان.

أهم صوره

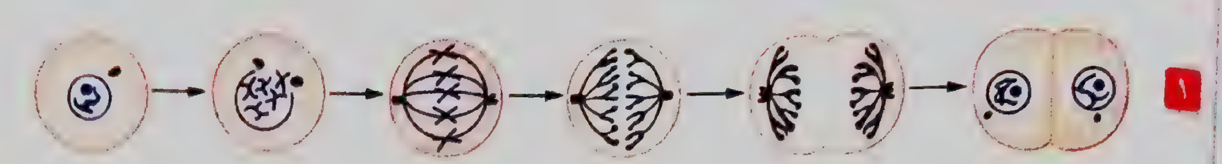
* الانشطار الثنائى.
* التجدد.
* التوالد البكرى.
* التبرعم.
* التكاثر بالجراثيم.
* زراعة الأنسجة.

اختبـر نفسـك



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١



أى العبارات التالية لا تنطبق على العملية الحيوية الموضحة بالشكل السابق ؟

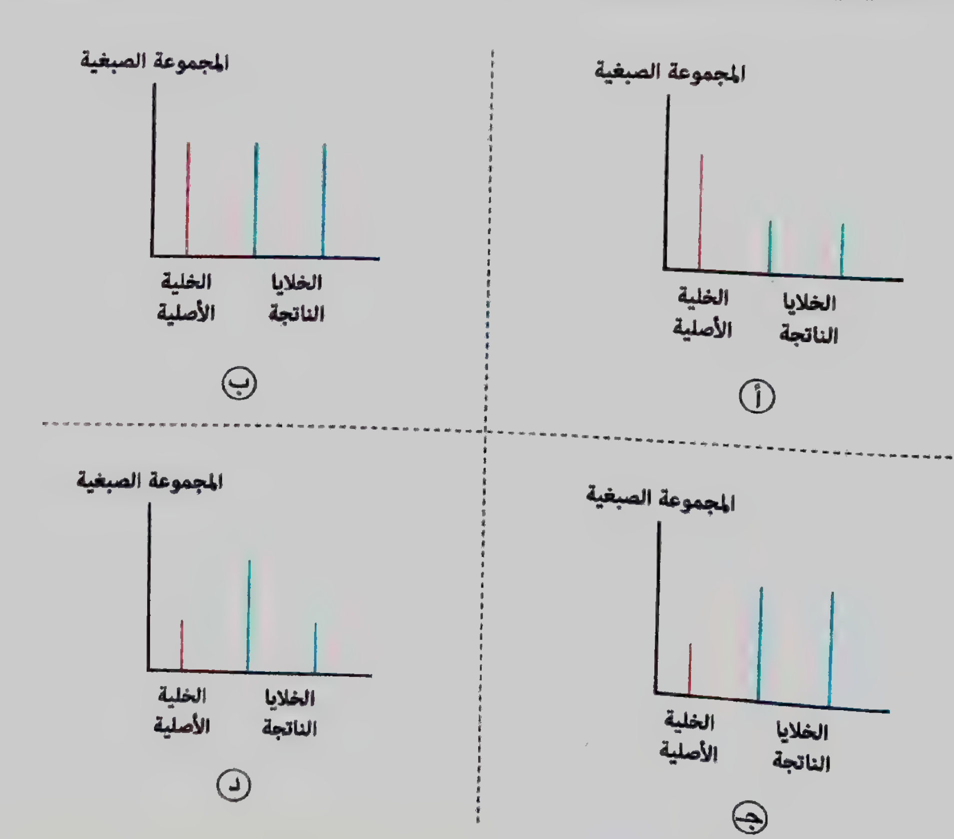
(أ) تعتمد عليها جميع الأحياء البدائية عند التكاثر

(ب) الخلايا الناتجة منها تشبه الخلية الأصلية تمامًا فى جميع صفاتها

(جـ) تساعد على مقاومة الظروف البيئية غير المناسبة بصورة أساسية

(د) تحدث فى كل من الخلايا أحادية المجموعة الصبغية (ن) وثنائية المجموعة الصبغية (٢ن)

٢ أى الأشكال التالية يعبر عن عدد المجموعات الصبغية فى خلايا أحد النباتات الذى يتكاثر لاجنسيًا ؟



صور التكاثر اللاجنسى

أ الانشطار الثنائى Binary Fission

* تتكاثر بهذه الصورة كثير من الكائنات وحيدة الخلية، مثل :

– الطحالب البسيطة. – البكتيريا.

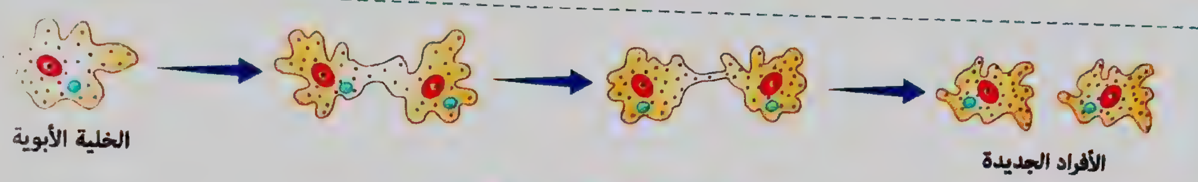
– كثير من الأوليات الحيوانية، كالبراميسيوم والأميبا.

* كيفية حدوثه : يتم الانشطار الثنائى فى مختلف الظروف، كالتالى :

١ فى الظروف المناسبة

١ تنقسم النواة ميتوزيًا.

٢ تنشطر الخلية (التى تمثل جسم الكائن الحى) إلى خليتين، فيصبح كل منهما فردًا جديدًا.



الانشطار الثنائى فى الأميبا

٢ فى الظروف غير المناسبة (فى الأميبا)

١ تفرز الأميبا حول جسمها غلافًا كيتينيًا (حوصلة) للحماية.

٢ تنقسم الأميبا داخل الغلاف عدة مرات بالانشطار الثنائى المتكرر لتنتج العديد من الأميبات الصغيرة.

٣ تتحرر الأميبات الصغيرة من الحوصلة فور تحسن الظروف المحيطة.

التحوصل فى الأميبا

ب التبرعم Budding

* تتكاثر بهذه الصورة بعض الكائنات :

– وحيدة الخلية، مثل : فطر الخميرة.

– متعددة الخلايا، مثل : • الأسفلج. • الهيدرا.

• **كيفية حدوثه، يتم كالتالى :**

١ فى الكائنات وحيدة الخلية

١ **ينشأ** البرعم كبروز جانبى على الخلية الأصلية.

٢ **تنقسم** النواة ميتوزيًا إلى نواتين، تبقى إحداهما فى الخلية الأم وتهاجر الأخرى نحو البرعم.

٣ **ينمو** البرعم تدريجيًا، ثم قد :

- يبقى متصلًا بالخلية الأم حتى يكتمل نموه ثم ينفصل عنها.

أو

- يستمر فى اتصاله بالخلية الأم مكونًا مع غيره من البراعم النامية مستعمرات خلوية.

• **مثال : فطر الخميرة.**

التبرعم فى فطر الخميرة

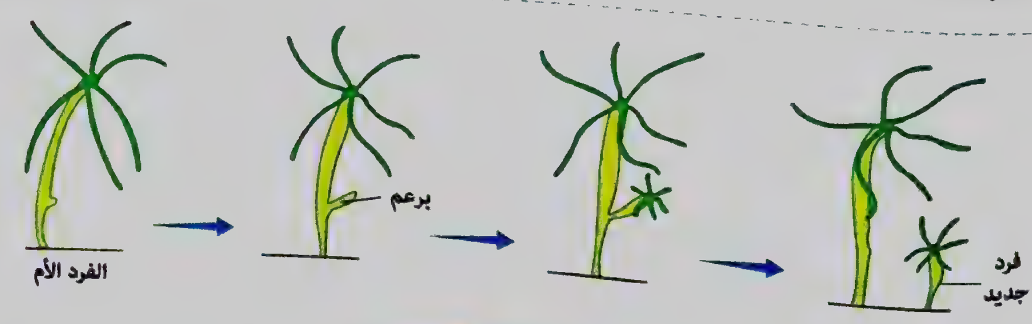
١ فى الكائنات متعددة الخلايا

١ **ينشأ** البرعم كبروز صغير من أحد جوانب الجسم، بفعل انقسام الخلايا البينية وتمايزها إلى برعم.

٢ **ينمو** البرعم تدريجيًا ليشبه الأم تمامًا.

٣ **ينفصل** الكائن الجديد ليبدأ حياته مستقلًا.

• **أمثلة : - الهيدرا. - الأسفنج.**



التبرعم فى الهيدرا

ملحوظة

الأسفنج والهيدرا يتكاثران جنسيًا إلى جانب قدرتهما على التكاثر اللاجنسي بالتبرعم والتجدد أيضا

★ مما سبق يمكن عقد المقارنتين التاليتين :

١ التبرعم فى الكائنات وحيدة الخلية

- ينشأ البرعم كبروز جانبى على الخلية الأم.
- تنقسم النواة ميتوزيًا إلى نواتين تبقى إحداهما فى الخلية الأم بينما تهاجر الأخرى نحو البرعم.
- ينمو البرعم تدريجيًا حتى يكتمل نموه لينفصل عن الخلية الأم أو يستمر متصلًا بالخلية الأم مكونًا مستعمرات خلوية.

أمثلة

- فطر الخميرة.

التبرعم فى الكائنات متعددة الخلايا

- ينشأ البرعم على شكل بروز صغير من أحد جوانب الجسم.
- تنقسم الخلايا البينية ميتوزيًا فى الكائن الحي وتتمايز إلى برعم.
- ينمو البرعم تدريجيًا ليشبه الأم تمامًا ثم ينفصل عنها ليبدأ حياته مستقلًا.

أمثلة

- الأسفنج.
- الهيدرا.

٢ الانشطار الثنائى

- يحدث فى الكائنات وحيدة الخلية فقط.
- حجم الأفراد الناتجة (الخلايا الناتجة) عن الانقسام متساوٍ.
- الفرد الأبوى يتلاشى بالانشطار.

أمثلة

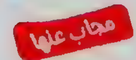
- البكتيريا.
- الأميبا.
- البراميسيوم.
- بعض الطحالب البسيطة.

التبرعم

- يحدث فى بعض الكائنات وحيدة الخلية وبعض الكائنات متعددة الخلايا.
- حجم الأفراد الناتجة (الخلايا الناتجة) عن الانقسام غير متساوٍ.
- الفرد الأبوى يظل موجود بعد حدوث التبرعم.

أمثلة

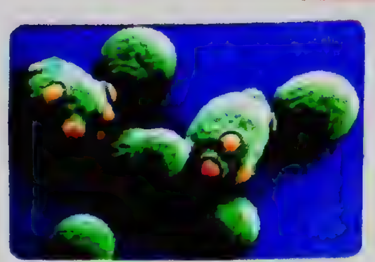
- فطر الخميرة.
- الهيدرا.
- الأسفنج.

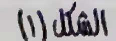


اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكلان المقابلان يمثلان صورتين من صور التكاثر اللاجنسي لكائنين مختلفين، أي العبارات التالية **غير** صحيحة ؟





الشكل (٢)

ⓐ العدد الصبغي للخلايا الناتجة من الانقسام نفس العدد الصبغي للخلية الأم

ⓑ تتساوى كمية DNA في الخلايا الناتجة بعد الانقسام في الشكل (٢)

ⓒ يتلاشى الفرد الأبوي في الشكل (١)

ⓓ الخلايا الناتجة من الانقسام تحتوي على نفس المعلومات الوراثية في الخلية الأم

٢ الشكلان التاليان يمثلان طرق تكاثر لاجنسي لكائنين وحيدا الخلية (س) ، (ص) :

أي مما يلي يعتبر صحيحًا ؟

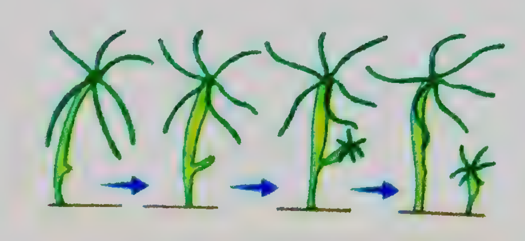
ⓐ الخلية (١) ناتجة عن انقسام ميتوزي، الخلية (٢) ناتجة عن انقسام ميوزي

ⓑ الخلية (٣) ناتجة عن انقسام ميتوزي، الخلية (١) ناتجة عن انقسام ميوزي

ⓒ الخليتان (٣)، (٤) ناتجتان عن انقسام ميتوزي

ⓓ الخليتان (١) ، (٢) ناتجتان عن انقسام ميوزي

٣ تعتمد العملية الممثلة بالشكل المقابل على الانقسام ....



ⓐ الميوزي فقط

ⓑ الميتوزي فقط

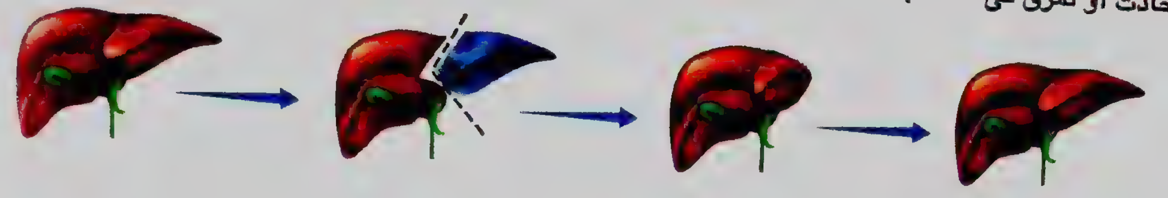
ⓒ الميوزي ثم الانقسام الميتوزي

ⓓ الميتوزي ثم الانقسام الميوزي

جـ التجدد Regeneration

* تشيع هذه الطريقة فى :
- كثير من النباتات. - بعض الديدان كدودة البلاناريا.
- بعض الحيوانات كالأسفنج والهيدرا ونجم البحر.

* لا يعتبر التجدد تكاثرًا فى بعض الكائنات لأنه يقتصر على تعويض الأجزاء المفقودة من الجسم عند التعرض لحادث أو تمزق فى الأنسجة.



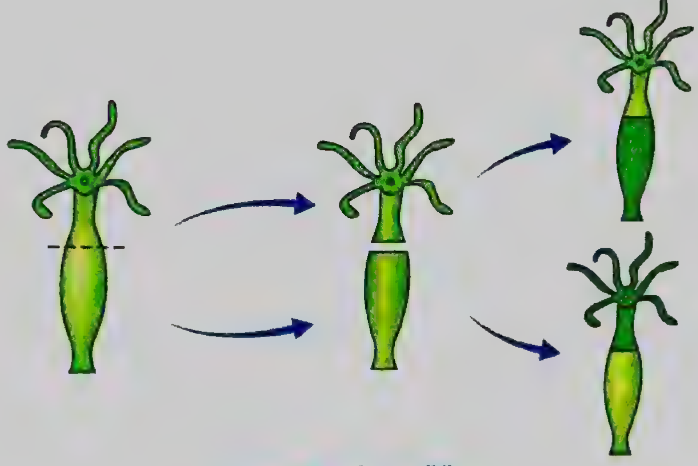
* تقل القدرة على التجدد برقى الكائن الحى حيث إنه فى :
- بعض القشريات والبرمائيات : يقتصر التجدد فيها على استعاضة الأجزاء المبتورة فقط.
- الفقاريات العليا : يقتصر التجدد فيها على التئام الجروح وخاصةً إذا كانت محدودة فى الجلد والأوعية الدموية والعضلات.

* يعتبر التجدد تكاثرًا فى بعض الحيوانات عندما يقطع الجسم إلى عدة أجزاء فينمو كل جزء منها إلى فرد جديد.

أمثلة :

١ الهيدرا

• يمكنها أن تتجدد إذا قطعت لعدة أجزاء فى مستوى عرضى، حيث ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل.



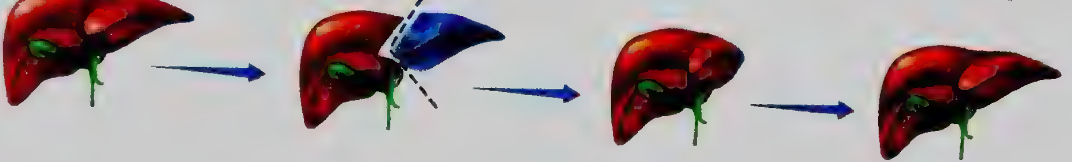
التجدد فى الهيدرا

جـ التجدد Regeneration

* تشيع هذه الطريقة فى :

- كثير من النباتات.
- بعض الديدان كدودة البلاناريا.
- بعض الحيوانات كالأسفنج والهيدرا ونجم البحر.

* لا يعتبر التجدد تكاثرًا فى بعض الكائنات لأنه يقتصر على تعويض الأجزاء المفقودة من الجسم عند التعرض لحادث أو تمزق فى الأنسجة.



* تقل القدرة على التجدد برقى الكائن الحى حيث إنه فى :

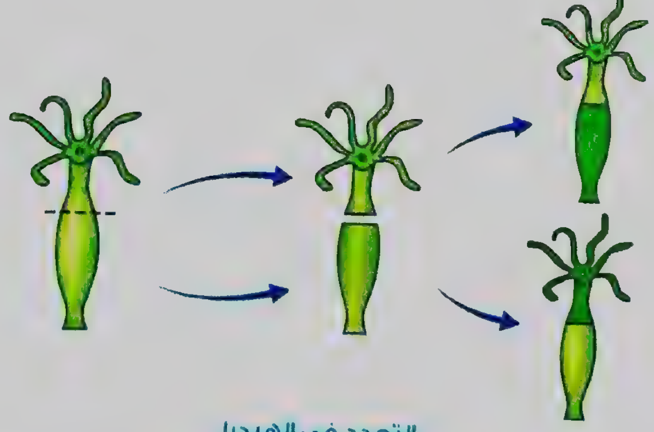
- بعض القشريات والبرمائيات : يقتصر التجدد فيها على استعاضة الأجزاء المبتورة فقط.
- الفقاريات العليا : يقتصر التجدد فيها على التئام الجروح وخاصةً إذا كانت محدودة فى الجلد والأوعية الدموية والعضلات.

* يعتبر التجدد تكاثرًا فى بعض الحيوانات عندما يقطع الجسم إلى عدة أجزاء فينمو كل جزء منها إلى فرد جديد،

أمثلة :

1 الهيدرا

* يمكنها أن تتجدد إذا قطعت لعدة أجزاء فى مستوى عرضى، حيث ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل.



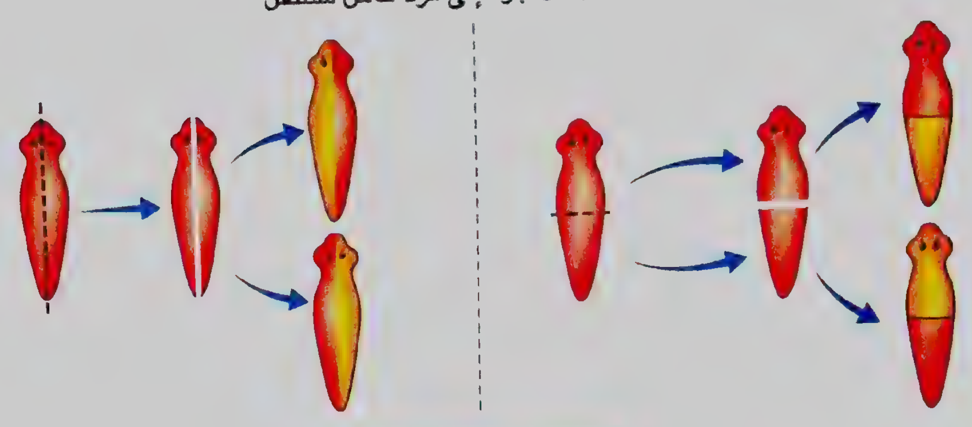
التجدد فى الهيدرا

٢ دودة البلاناريا (من الديدان المفلطحة المنتشرة فى الماء العذب)

• **يمكنها أن تتجدد إذا :**

◂ قطعت لعدة أجزاء على مستوى عرضى. **أو** ◂ قطعت لجزئين طوليًا.

حيث ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل



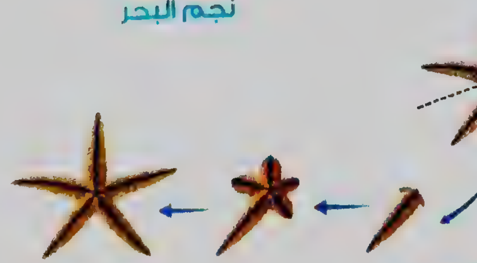
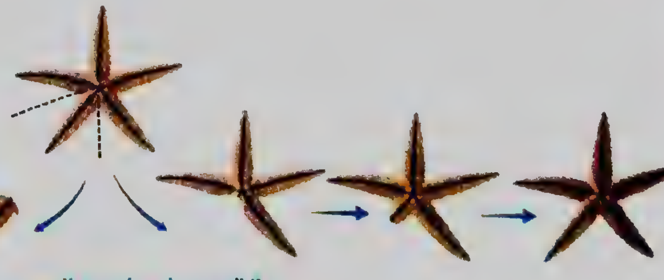
التجدد فى دودة البلاناريا

٣ نجم البحر

• **يمكن أن يتجدد** أحد أذرع نجم البحر إذا قطع مع قطعة من قرصه الوسطى إلى فرد كامل مستقل (فى فترة وجيزة).

• **كما يتجدد** الذراع المقطوع من نجم البحر الأصلى ليكتمل إلى نجم بحر بجميع أذرعه.

نجم البحر

التجدد فى نجم البحر

• يستطيع نجم البحر الذى يتغذى على محار اللؤلؤ أن يفترس حوالى عشر محارات يوميًا بما قد تحمله من لؤلؤ بين ثناياها، لذا لجأ مربو محار اللؤلؤ إلى حرق نجوم البحر وذلك بعد معرفتهم أن تمزيقها وإلقاءها فى البحر يعمل على إكثارها.

مجاب عنها

21 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

من الشكل المقابل، ما نسبة التماثل الوراثى بين الفرد (س) والفرد (ص) ؟

Ⓐ ٢٥ ٪ Ⓑ ٥٠ ٪

Ⓒ ٧٥ ٪ Ⓓ ١٠٠ ٪

د التكاثر بالجراثيم Sporogony

• **تتكاثر بهذه الصورة :**

- بعض النباتات البدائية.
- كثير من الفطريات كفطر عفن الخبز وفطر عيش الغراب.
- بعض الطحالب والسراخس **مثل : سرخس الفوجير.**

• **كيفية حدوثه :** يتم ذلك بواسطة خلايا وحيدة تعرف بالجراثيم متحورة للنمو مباشرةً إلى أفراد كاملة.

• **تركيب الجرثومة :** تتركب من سيتوبلازم به كمية ضئيلة من الماء ونواة وتحاط بجدار سميك.

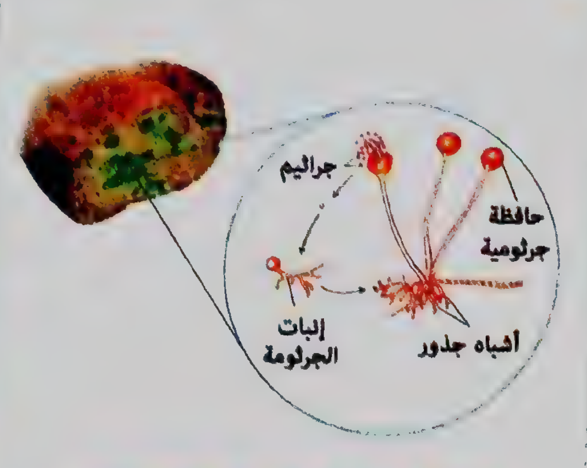
• **الجرثومة**
خلية وحيدة متحورة للنمو مباشرةً إلى فرد كامل عندما توجد فى وسط ملائم للنمو.

• **مراحل التكاثر بالجراثيم :**

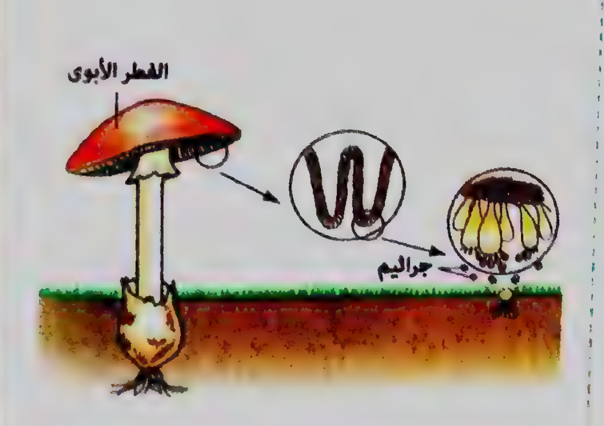
١ بعد نضج الجرثومة تتحرر من النبات الأم، لتنتشر فى الهواء.

٢ عند وصولها إلى وسط ملائم للنمو تمتص الماء ويتشقق جدارها.

٣ تنقسم عدة مرات ميتوزيًا حتى تنمو إلى فرد جديد.



التكاثر بالجراثيم فى فطر عفن الخبز



التكاثر بالجراثيم فى فطر عيش الغراب

مميزات التكاثر بالجراثيم :

1. سرعة الإنتاج.
2. تحمل الظروف القاسية.
3. الانتشار لمسافات بعيدة.

Key Points

- الهدف الأساسى للتكاثر بالجراثيم هو تحمل الظروف القاسية حيث تحيط الجرثومة نفسها بجدار سميك لحين توافر ظروف الإنبات المناسبة.
- **طرق حماية بعض الكائنات الحية لنفسها من ظروف البيئة غير المناسبة :**

التحوصل ← يتكون حول جسم الكائن ← غلاف سميك (كيتينى) ← كما فى ← الأميبا ← حيث تنقسم مرة عدة مرات لتنتج ← عديد من الأميبات الصغيرة

التجرثم ← يتكون حول جسم الكائن ← غلاف سميك ← كما فى ← الجراثيم ← حيث تنمو مباشرة إلى ← فرد كامل ← عندما توجد فى ← وسط ملائم للنمو

اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

1. أى مما يلى ليس من شروط إنبات جراثيم فطر عفن الخبز ؟
   - (أ) وجود وسط غذائى مناسب
   - (ب) توافر الرطوبة
   - (ج) وجود حرارة مناسبة
   - (د) توافر الضوء

2. أى طرق التكاثر التالية لا يمكن أن تتكاثر من خلالها الفطريات ؟
   - (أ) الجراثيم
   - (ب) الانشطار الثنائى
   - (ج) التبرعم
   - (د) التكاثر جنسيًا

هـ التوالد البكرى Parthenogenesis

التوالد البكرى

قدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد بدون إخصاب من المشيج الذكرى.

- يعد التوالد البكرى نوعًا خاصًا من التكاثر اللاجنسى حيث يتم إنتاج الأبناء من فرد أبوى واحد فقط ينتج عن المشيج الأنثوى.
- يتم التكاثر البكرى فى عدد من الديدان والقشريات والحشرات.
- **كيفية حدوثه :** يمكن حدوث التوالد البكرى طبيعيًا أو صناعيًا، **كالتالى :**

١ التوالد البكرى الطبيعى

* من أمثلة الحشرات التى تتكاثر بالتوالد البكرى الطبيعى :

نحل العسل

تُنتج الملكة بيضًا من انقسام ميوزى منه :

- بيضًا (ن) ينمو بالتوالد البكرى بدون إخصاب (تكاثر لاجنسى) لتكوين ذكور النحل أحادية المجموعة الصبغية (ن).
- بيضًا (ن) ينمو بعد الإخصاب (تكاثر جنسى) لتكوين الملكة أو الشغالات (ذلك حسب نوع الغذاء) ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).

حشرة المن

تنتج إناث حشرة المن :

- بويضات (٢ن) بالانقسام الميتوزى تنمو بالتوالد البكرى بدون إخصاب (تكاثر لاجنسى) لتكوين إناث ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).

او

- بويضات (ن) بالانقسام الميوزى تنمو بعد الإخصاب (تكاثر جنسى) لتُنتج ذكورًا وإناثًا ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).

٢ التوالد البكرى الصناعى

* أمثلة :

- نجم البحر والضفدعة :

يتم تنشيط البويضات بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو للوخز بالأبر فتتضاعف الصبغيات بدون إخصاب، مكونة أفرادًا تشبه الأم تمامًا.

- الأرانب :

يتم استخدام منشطات مماثلة (كما سبق) لتكوين أجنة مبكرة من بويضاتها.

اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

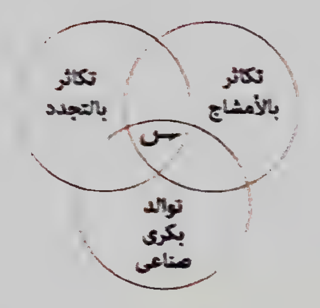
١ أى مما يلى يوضح التوالد البكرى الطبيعى فى حشرة المن ؟

ⓐ ٢ن ← ٢ن ← ٢ن
ⓑ ٢ن ← ن ← ن
ⓒ ٢ن ← ن ← ٢ن
ⓓ ٢ن ← ٢ن ← ن

٢ إذا علمت أن عدد الصبغيات فى خلية من جناح ملكة نحل العسل يساوى ٣٢ صبغى، كم يكون عدد الصبغيات فى الحيوان المنوى لذكر نحل العسل ؟

ⓐ ٨ ⓑ ١٦ ⓒ ٣٢ ⓓ ٦٤

٣ من خلال الشكل المقابل، ماذا يمثل الكائن (س) ؟



ⓐ ذكر نحل العسل
ⓑ نجم البحر
ⓒ الجمبرى
ⓓ الأرنب

9 زراعة الأنسجة Tissue Culture

• **يقوم العلماء بدراسة زراعة الأنسجة النباتية والحيوانية :**

• **زراعة الأنسجة**

إنماء نسيج حى (تحتوى خلاياه على المعلومات الوراثية الكاملة) فى وسط غذائى شبه طبيعى، ثم متابعة تميز أنسجتها وتقدمها نحو إنتاج أفراد كاملة.

• **الأساس العلمى لزراعة الأنسجة النباتية :**

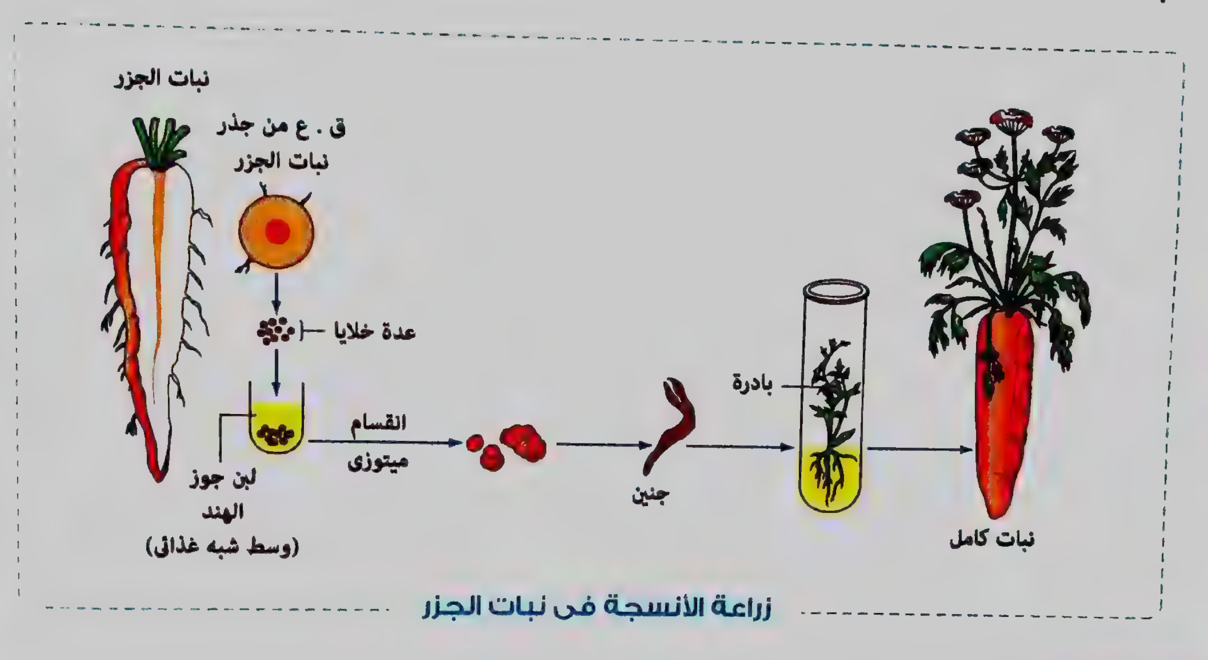
الخلية النباتية المحتوية على المعلومات الوراثية الكاملة يمكنها أن تصبح نباتًا كاملًا إذا زرعت فى وسط غذائى مناسب يحتوى على الهرمونات النباتية بنسب معينة.

تذكر أن

زراعة الأنسجة النباتية : هى إحدى طرق التكاثر الخضرى الذى يعتبر من صور التكاثر اللاجنسى ويتم بواسطة أجزاء النبات المختلفة (جذر - ساق - أوراق) دون الحاجة إلى بذور (ويتم ذلك بالانقسام الميتوزى).

تجربة ① على نبات الجزر

* تم فصل أجزاء صغيرة من نبات الجزر فى أنابيب زجاجية تحتوى على لبن جوز الهند (الذى يحتوى على جميع الهرمونات النباتية والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات) فبدأت هذه الأجزاء فى النمو والتمايز إلى نبات جزر كامل.
* تم فصل خلايا منفردة من نفس أنسجة النبات وزراعتها بنفس الطريقة للحصول منها بالمثل على النبات الكامل.



زراعة الأنسجة فى نبات الجزر

تجربة ② على نبات الطباق

* تم فصل خلايا من أوراق الطباق وزراعتها بنفس الطريقة السابقة فأمكن الحصول على نبات طباق كامل.

* **أهمية زراعة الأنسجة :**

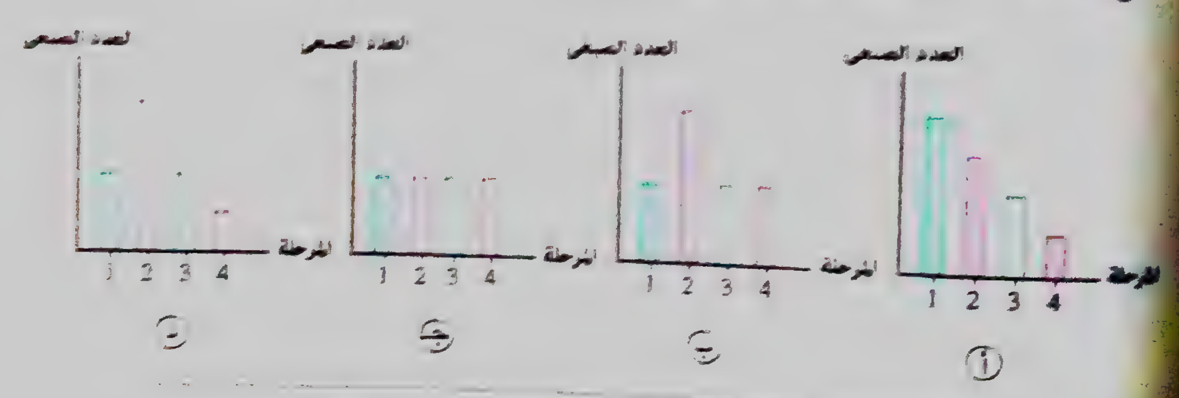
١. إكثار نباتات نادرة أو ذات سلالات ممتازة أو أكثر مقاومة للأمراض.
٢. اختصار الوقت اللازم لنمو المحاصيل المُنتجة وإكثارها.
٣. تقدم حلولاً لمشاكل الغذاء بشكل عام.
٤. التحكم فى ميعاد زراعة الأنسجة حيث أمكن حفظ الأنسجة المختارة للزراعة فى نيتروچين سائل لتبريدها لمدة طويلة للإبقاء على حيويتها لحين زراعتها.

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

1 ادرس المراحل التالية، ثم أجب :

أي الأشكال البيانية التالية يعبر عن العدد الصبغي في الخلية الواحدة في كل مرحلة ؟



2 ماذا يحدث إذا وضعت خلية من نبات الطباق منزوعة النواة في لبن جوز الهند ؟

(أ) تنشط الخلية وتنقسم ميتوزيًا

(ب) تنشط الخلية وتنقسم ميوزيًا

(ج) تموت الخلية خلال فترة قصيرة

(د) تستمر الخلية حية ولا تنقسم

الفصل 3

الدرس الثانى

تابع طرق التكاثر فى الكائنات الحية

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف صور التكاثر الجنسى بين الأحياء.
- يتعرف دورة حياة كل من البلازموديوم (المسبب لمرض الملاريا) ونبات الفوجير.
- يقارن بين التكاثر اللاجنسى والتكاثر الجنسى.

ثانيا التكاثر الجنسى Sexual Reproduction

خصائصه العامة

* يوفر التكاثر الجنسى تجديدًا مستمرًا فى البناء الوراثى للأجيال الناتجة فيمكنها من الاستمرار فى مواجهة التغيرات البيئية.
* **يعتبر التكاثر الجنسى مكلف فى الوقت والطاقة عن التكاثر اللاجنسى للأسباب التالية :**
  - يتم عادةً بعد مدة من عمر الكائن الحى ويتطلب أحيانًا إعدادًا خاصًا من الأبوين قبل التزاوج (منزل – عش – جحر).
  - قد يتبادل الأبوان حراسة البيض ورعاية الأبناء حتى تكبر.
  - بعض الأنواع تتحمل مشقة كبيرة عند الاحتفاظ بالأجنة فى بطونها حتى تتكون وتولد وذلك فى سبيل حماية أبنائها.
  - قد تبقى الأبناء مع آبائها فى حياة اجتماعية من أجل المزيد من الحماية وتعلم الكثير من السلوك.
  - مكلف بيولوجيًا وذلك بسبب اقتصار الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع فقط وهو الإناث.

كيفية حدوثه

* عند تزاوج فردين (ذكر وأنثى) غالبًا تتم عملية الإخصاب باندماج المشيج المذكر مع المشيج المؤنث (المناسب لنوعه) وتتكون اللاقحة «الزيجوت» التى تنقسم ميتوزيًا وتنمو لتكوين الجنين ثم الفرد اليافع فالبالغ.

نوع الانقسام الذى يعتمد عليه

* يعتمد التكاثر الجنسى على الانقسام الميوزى عند تكوين الأمشاج (الذكرية – الأنثوية) حيث يُختزل فيها عدد الصبغيات إلى النصف (ن)، وعند الإخصاب يندمج المشيج المذكر مع المشيج المؤنث ويعود العدد الأصلى للصبغيات (٢ن) والذى يختلف حسب نوع الكائن الحى.

الخلية الأصلية ٢ن ← انقسام ميوزى أول ← ن ، ن ← انقسام ميوزى ثان ← ن ، ن ، ن ، ن

خصائص الفرد الناتج عنه

* الفرد الناتج عن التكاثر الجنسى يجمع بين صفات الأبوين حيث يتسلم المادة الوراثية من كلا الأبوين فيصير خليطًا من صفاتهما.

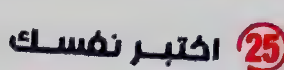
وجوده

* شائع فى كثير من النباتات.
* شائع فى معظم الحيوانات الراقية.

صوره

* الاقتران.
* التكاثر بالأمشاج الجنسية.

مجاب عنها



25 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى العبارات التالية غير صحيحة عن التكاثر الجنسى ؟

(أ) يزيد من فرص التنوع الوراثى
(ب) يعتمد حدوثه غالبًا على الانقسام الميوزى
(ج) يحدث دائمًا بالأمشاج
(د) يحتاج غالبًا إلى فردين أبويين

٢ أى مما يلى يوضح حدوث عملية التكاثر الجنسى فى الغوريلا ؟

(أ) (٢ن) ← (٢ن) ← (٢ن)
(ب) (٢ن) ← (ن) ← (ن)
(ج) (٢ن) ← (ن) ← (٢ن)
(د) (٢ن) ← (٢ن) ← (ن)

٣ أى من صور التكاثر التالية مكلف بيولوجيًا ؟

(أ) الانشطار الثنائى فى الأميبا
(ب) التجدد فى البلاناريا
(ج) التوالد البكرى فى حشرة المن
(د) الاقتران فى طحلب الأسبيروجيرا

صور التكاثر الجنسى

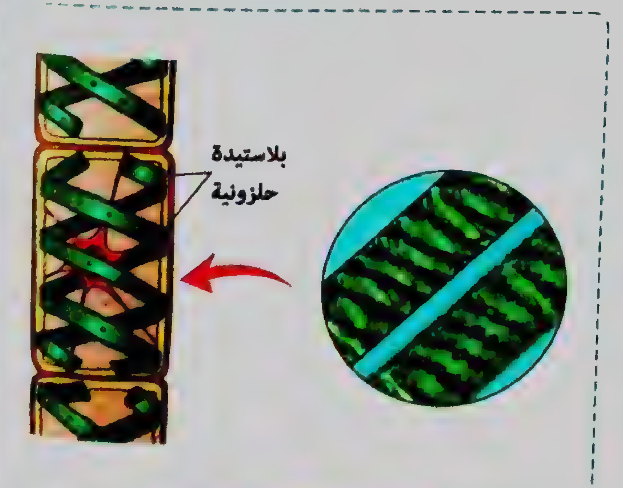
أ الاقتران Conjugation

* **تتكاثر معظم الكائنات البدائية كبعض الأوليات والطحالب والفطريات بطريقتين، هما :**

- **التكاثر اللاجنسى بالانقسام الميتوزى** ؛ وذلك فى الظروف المناسبة.
- **التكاثر الجنسى بالاقتران** ؛ وذلك فى الظروف غير المناسبة كتعرضها للجفاف أو لتغير درجة حرارة الماء أو نقاوته.

الاقتران فى طحلب الأسبيروجيرا

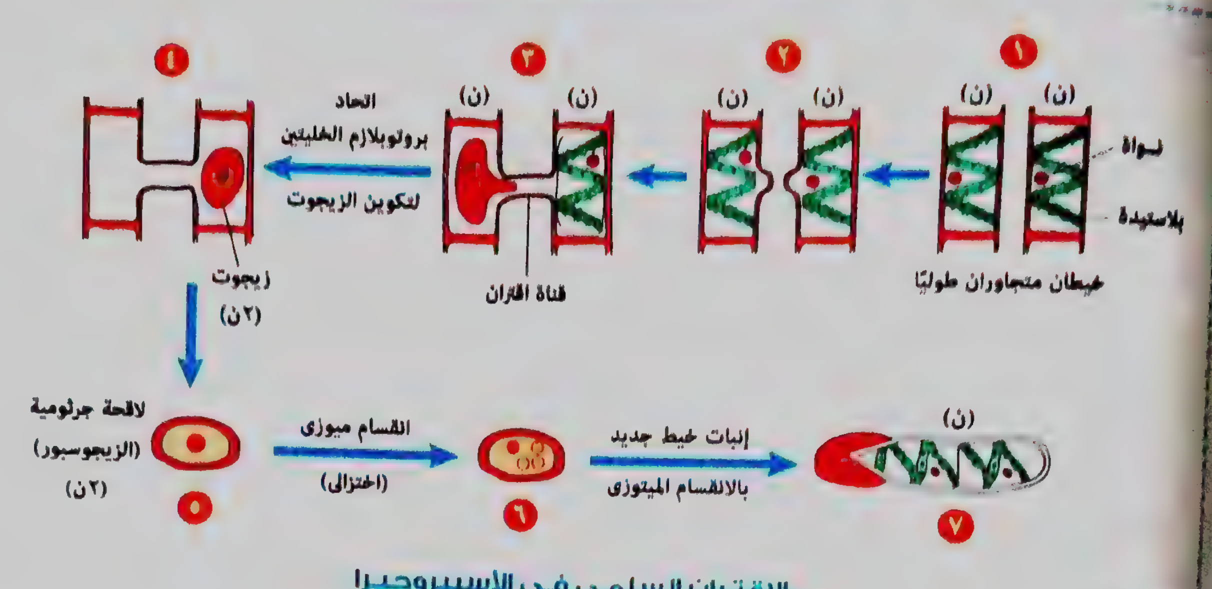
* يعرف طحلب الأسبيروجيرا بالريم الأخضر الذى ينتشر فى المياه الراكدة حيث تطفو خيوطه التى يتكون كل منها من صف واحد من الخلايا.
* يلجأ طحلب الأسبيروجيرا إلى الاقتران (فى الظروف غير المناسبة) والاقتران نوعان، **هما** :



طحلب الأسبيروجيرا

٣ الاقتران السلمى

• يحدث بين الخلايا المتقابلة فى خيطين متجاورين طوليًا من الأسبيروجيرا، كالتالى :



الاقتران السلمى فى الأسبيروجيرا

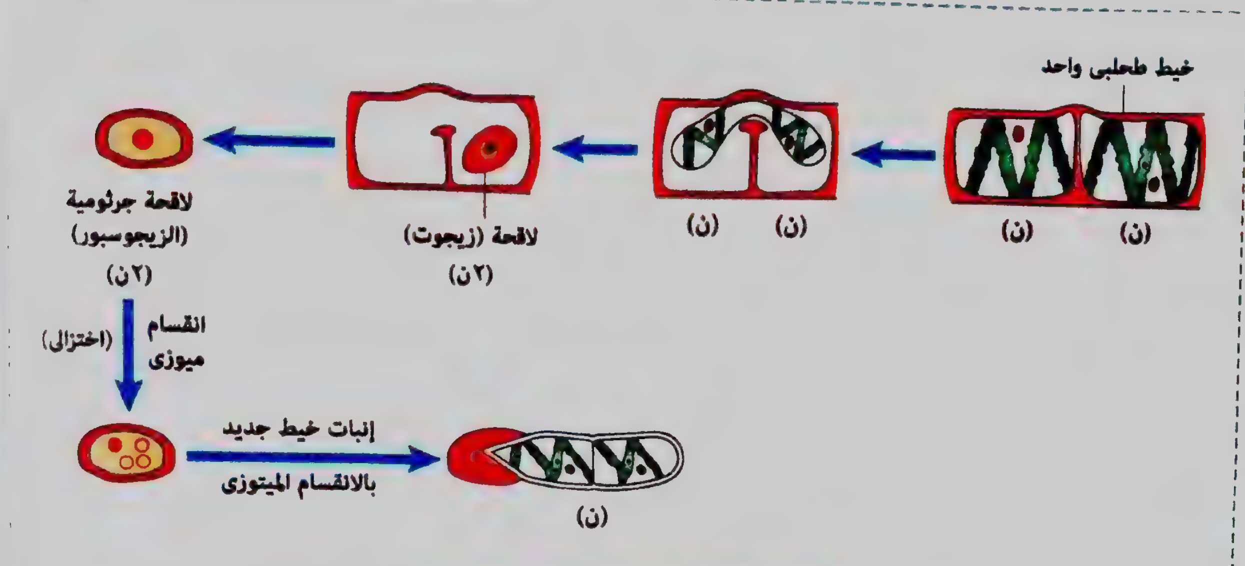
- يتجاور خيطان من الأسبيروجيرا طوليًا.
- تنمو نتوءات للداخل بين بعض أزواج الخلايا المتقابلة.
- تتلامس النتوءات ويزول الجدار الفاصل بينهما لتتكون **قناة الاقتران**.
- يتكور البروتوبلازم فى خلايا أحد الخيطين ليهاجر إلى خلايا الخيط المقابل عبر قناة الاقتران مكونًا **لاقحة «زيجوت Zygote»** (٢ن).
- تحاط اللاقحة بجدار سميك لحمايتها من الظروف غير الملائمة، حينئذ تعرف **باللاقحة الجرثومية «الزيجوسبور Zygospore»** (٢ن) التى تبقى ساكنة حتى تتحسن الظروف المحيطة.
- تنقسم نواة اللاقحة الجرثومية ميوزيًا لتُكون ٤ أنوية أحادية المجموعة الصبغية (ن) يتحلل منها ٣ أنوية وتبقى النواة الرابعة.
- تنقسم النواة الرابعة ميتوزيًا ليتكون خيط طحلبى جديد (ن).

ملحوظة

خلايا خيط الطحلب أحادية المجموعة الصبغية (ن) وبعد الاقتران تتكون اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) لذا تنقسم نواة اللاقحة الجرثومية ميوزيًا قبل الإنبات ليعود للخلايا العدد الفردى للصبغيات (ن).

٢ الاقتران الجانبى

* يحدث فى حالة وجود خيط طحلبى واحد فقط.
* يحدث بين الخلايا المتجاورة فى نفس الخيط الطحلبى، حيث تنتقل مكونات إحدى الخليتين (البروتوبلازم) إلى الخلية المجاورة لها وذلك من خلال فتحة فى الجدار الفاصل بينهما.



الاقتران الجانبى فى الأسبيروجيرا

★ **مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :**

الاقتران السلمى فى الأسبيروجيرا	الاقتران الجانبى فى الأسبيروجيرا
يحدث بين الخلايا المتقابلة فى خيطين طحلبيين متجاورين طوليًا.	يحدث بين خليتين متجاورتين فى نفس الخيط الطحلبى.
تنتقل مكونات إحدى الخليتين إلى الخلية المقابلة لها على الخيط المقابل.	تنتقل مكونات إحدى الخليتين إلى الخلية المجاورة لها على نفس الخيط.
يتم انتقال مكونات الخلية من خلال قناة اقتران بين الخليتين المتقابلتين.	يتم انتقال مكونات الخلية من خلال فتحة فى الجدار الفاصل بين الخليتين المتجاورتين.
يؤدى إلى تنوع كبير فى الصفات الوراثية.	يؤدى إلى تنوع ضئيل فى الصفات الوراثية.

مجاب عنها

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

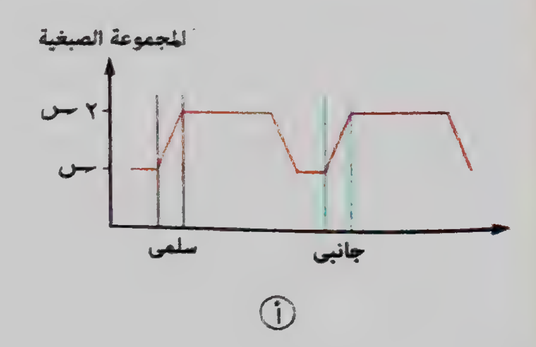
١ أى مما يلى يميز الجدار السميك الذى يحيط باللاقحة الجرثومية لطحلب الأسبيروجيرا ؟

(أ) يمنع دخول الماء
(ب) يسمح بدخول الماء
(جـ) يمنع نفاذ الماء والغازات
(د) يسمح بخروج الماء

٢ إذا كان عدد الزيجوسبورات الناتجة عن الاقتران السلمى لعدد زوجى من خلايا خيط طحلب الأسبيروجيرا يساوى (س)، كم يكون عدد الزيجوسبورات الناتجة عن الاقتران الجانبى لنفس العدد من الخلايا لخيط طحلبى واحد ؟

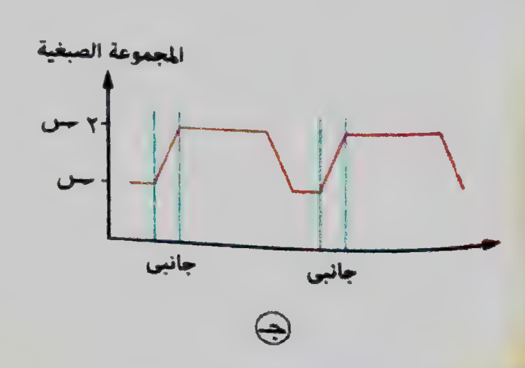
(أ) $\frac{1}{2}$ س
(ب) س
(جـ) ٢ س
(د) ٤ س

٣ أى الأشكال التالية يعبر عن أعلى تنوع وراثى للخلايا الناتجة عن الاقترانين المتتاليين للخلايا التالية من طحلب الأسبيروجيرا ؟

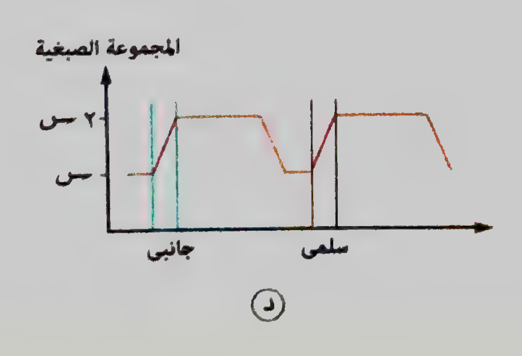


(أ)

(ب)



(جـ)



(د)

ب التكاثر بالأمشاج الجنسية

* تتكاثر الأحياء النباتية والحيوانية المتقدمة بالأمشــاج الجنسـية الذكرية والأنثوية والتى تنتج عن انقســام ميوزى يتم فى المناسل (الأعضاء الجنسية).

أنواع الأمشاج الجنسية

(الأمشاج الذكرية - الأمشاج الأنثوية)

	١ المشيج المذكر ♂	٢ المشيج المؤنث ♀
عضو الإنتاج	تنتجه المناسل المذكرة (الخصية - المتك)	تنتجه المناسل المؤنثة (المبيض)
العدد	ينتج المشيج المذكر بأعداد كبيرة حيث إن كل خلية أولية تنتج أربعة أمشاج ذكرية وذلك لاحتمال فقد بعضها خلال رحلتها إلى المشيج الأنثوى	ينتج المشيج المؤنث بأعداد قليلة حيث إن كل خلية أولية تنتج مشيج مؤنث واحد (بويضة)
الوصف	الجسم مستدق قليل السيتوبلازم (حيث يفقد معظم السيتوبلازم أثناء تكوينه)	الجسم مستدير
اختزان الغذاء	لا يختزن الغذاء	يختزن الغذاء (غنى بالغذاء غالبًا)
الحجم	أقل حجمًا	أكبر حجمًا
الحركة	له القدرة على الحركة حيث يتزود الجسم بسوط أو ذيل (بالنسبة للحيوان أو الإنسان) حتى يستطيع الوصول للمشيج المؤنث	يبقى ساكنًا عادةً فى جسم الأنثى حتى يتم الإخصاب (فى حالات التلقيح الداخلى)
الوظيفة	نقل المادة الوراثية إلى المشيج المؤنث فى عملية الإخصاب	استقبال المادة الوراثية من المشيج المذكر

التلقيح

* التلقيح

انتقال المشيج الذكرى إلى مكان المشيج الأنثوى.

• يتم التلقيـح حسب نـوع الحيوان وبيئته، بإحدى الطريقتين التاليتـين :

① التلقيـح الخارجـى

- يتـم فـى معظـم الحيوانـات المائيـة كالأسـماك العظميـة والضفادع.
- يلقى كل مـن الذكر والأنثى بأمشـاجهما معًا فـى الماء فتنتقل الأمشاج عبر الماء لكى يتم الإخصاب وتكوين الجنين فى الماء.

② التلقيـح الداخلـى

- يتم فى الحيوانات البرية التى تعيش على اليابسـة، مثل الزواحف والطيور والثدييات.
- يتعـين على الذكر إدخال الحيوانات المنوية داخل جسـم الأنثى لتصل إلى البويضات لكى يتم الإخصاب.

الإخصـاب

• الإخصـاب

اندماج نـواة المشيج الذكـرى (ن) بنـواة المشـيج الأنثـوى (ن) لتكويـن اللاقحـة (٢ن) التـى تنقسـم ميتوزيًا وتتمايـز إلى جنين.

Key Points

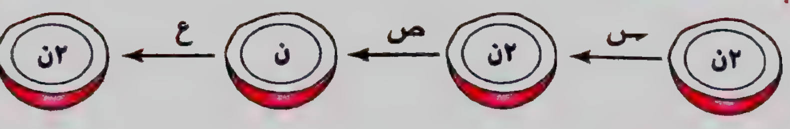
• الحوت والدولفين من الثدييات المشيمية التى تعيش فى البيئة المائية ويكون فيها التلقيح داخلى والتكوين الجنينى داخلى.

?? اختبـر نفسـك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

① من المخطط المقابل :



ماذا تمثل الحروف (س) ، (ص) ، (ع) على الترتيب ؟

Ⓐ انقسام ميوزى / إخصاب / انقسام ميتوزى
Ⓑ انقسام ميتوزى / إخصاب / انقسام ميوزى
Ⓒ انقسام ميتوزى / انقسام ميوزى / إخصاب
Ⓓ انقسام ميوزى / انقسام ميتوزى / إخصاب

② الشـكل المقابـل يوضح حيـوان خلد الماء (مـن الثدييات الأوليـة) الـذى تتميـز أنثـاه بأنها تضع بيضًـا وترضع صغارها، بنـاءً على ذلك ما نوع الإخصاب ومكان النمو الجنينى فى هذا الحيوان على الترتيب ؟

Ⓐ خارجى / خارجى
Ⓑ خـارجى / داخلـى
Ⓒ داخلـى / داخلـى
Ⓓ داخلـى / خـارجى

★ مما سبق يمكن المقارنة بين التكاثر اللاجنسى والتكاثر الجنسى، كالتالى :

التكاثر اللاجنسى	التكاثر الجنسى
يتم بانفصال جزء من الجسم ونموه إلى فرد جديد.	يتم باندماج المشيج المذكر مع المشيج المؤنث المناسب لنوعه لتكوين زيجوت ينقسم وينمو إلى جنين.
يتم من خلال فرد واحد.	يتطلب وجود فردين مختلفين فى الجنس (ذكر وأنثى) أو فرد خنثى.
يعتمد على الانقسام الميتوزى.	يعتمد على الانقسام الميوزى فى تكوين الأمشاج ثم الانقسام الميتوزى للنمو.
يحافظ على ثبات الصفات الوراثية.	يوفر تجديدًا مستمرًا وتنوعًا فى البناء الوراثى للأجيال الناتجة.
الفرد الناتج يشبه الفرد الأصلى فى جميع صفاته حيث يتسلم المادة الوراثية من أب واحد.	الفرد الناتج يجمع بين صفات الأبوين حيث يتسلم المادة الوراثية من كلا الأبوين.
الأفراد الناتجة أقل تكيفًا مع ظروف البيئة المتغيرة.	الأفراد الناتجة أكثر تكيفًا مع ظروف البيئة المتغيرة.
غير مكلف فى الوقت والطاقة.	مكلف فى الوقت والطاقة.
جميع الأفراد قادرة على إنتاج أفراد جديدة (غير مكلف بيولوجيًا).	يقتصر الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع فقط وهو الإناث (مكلف بيولوجيًا).
أهم صوره : الانشطار الثنائى، التبرعم، التجدد، التكاثر بالجراثيم، التوالد البكرى، زراعة الأنسجة.	صوره : الاقتران، التكاثر بالأمشاج الجنسية.

ظاهرة تعاقب الأجيال Alternation of Generations

* هناك بعض الأنواع النباتية والحيوانية لها القدرة على التكاثر الجنسى واللاجنسى فى دورة الحياة وذلك لتجنى مميزاتهما معًا، حيث إن :

(١) التكاثر الجنسى يحقق التنوع الوراثى بما يمكنه من الانتشار ومسايرة تقلبات البيئة

(٢) التكاثر اللاجنسى يحقق سرعة التكاثر ووفرة النسل

وقد يتبع ذلك تباين المحتوى الصبغى لخلايا تلك الأجيال المتعاقبة.

• ظاهرة تعاقب الأجيال

ظاهرة تعاقب جيلين أو أكثر فى دورة حياة الكائن الحى، جيل يتكاثر جنسيًا مع جيل أو أكثر يتكاثر لاجنسيًا.

• يمكن إيضاح هذه الظاهرة من خلال دراستنا للمثالين التاليين :

أولًا دورة حياة بلازموديوم الملاريا

تذكر أن

التطفل : علاقة بين كائنين يعتمد أحدهما (الطفيل) على الآخر (العائل) فى بناء جسمه واستمرار حياته بأن يستمد منه الغذاء كليًا أو جزئيًا بينما تلحق بالثانى أضرار مختلفة.

• يعتبر البلازموديوم من الأوليات الجرثومية التى تتطفل على الإنسان وأنثى بعوضة الأنوفيليس.

• يتعاقب فى دورة حياة البلازموديوم جيل يتكاثر جنسيًا **بالأمشاج** (فى البعوضة) ثم أجيال تتكاثر لاجنسيًا **بالجراثيم** (فى البعوضة) **وبالتقطع** (فى الإنسان).

دورة الحياة فى الإنسان

جلد الإنسان

١ أسبوروزويتات (ن)

خلية كبدية

٢ تكاثر لاجنسى بالتقطع فى الكبد

ميروزويتات (ن)

خلية دم حمراء

٣ تكاثر لاجنسى فى خلايا الدم الحمراء

خلية دم حمراء منفجرة

ميروزويتات (ن)

٤

أطوار مشيجية غير ناضجة (ن)

٥

دورة الحياة فى أنثى بعوضة الأنوفيليس

٩ أسبوروزويتات (ن)

كيس البيض (ن)

٨

تكاثر لاجنسى بالجراثيم

جدار معدة البعوضة

طور حركى (٢ن)

٧

تكاثر جنسى فى معدة البعوضة

زيجوت (لاقحة) (٢ن)

٦

إخصاب

أطوار مشيجية ناضجة (ن)

دورة حياة بلازموديوم الملاريا

أ دورة الحياة فى جسم الإنسان

1. تبدأ دورة الحياة عندما تلدغ أنثى بعوضة أنوفيليس مصابة بالطفيل جلد الإنسان وتصب فى دمه أشكالًا مغزلية دقيقة تسمى «الأسبوروزويتات (ن) Sporozoites».
2. تتجه الأسبوروزويتات مع الدم إلى الكبد حيث تقضى فترة حضانة تقوم فيها بدورتين من التكاثر اللاجنسى حيث تنقسم النواة بالتقطع لتنتج «الميروزويتات (ن) Merozoites».
3. تنتقل الميروزويتات لتصيب كريات الدم الحمراء حيث تقضى فيها عدة دورات لاجنسية لإنتاج العديد من الميروزويتات.
4. تتحرر الميروزويتات بأعداد هائلة كل يومين بعد تفتت كريات الدم المصابة وتتحرر (تنطلق) مواد سامة حينئذ تظهر على المصاب أعراض حُمى الملاريا (ارتفاع درجة الحرارة / الرعشة / العرق الغزير).
5. تتحول بعض الميروزويتات داخل كريات الدم الحمراء إلى أطوار مشيجية (ن) تنتقل مع دم المصاب إلى البعوضة عند لدغها للإنسان المصاب.

ب دورة الحياة فى جسم أنثى البعوضة

6. تتحرر الأمشاج من كريات الدم الحمراء بعد نضجها فى معدة البعوضة لتكون اللاقحة «الزيجوت» (٢ن).
7. تتحول اللاقحة إلى طور حركى (٢ن) «Ookinete» يخترق جدار المعدة.
8. ينقسم الطور الحركى ميوزيًا مكونًا كيس البيضة (ن) «Oocyst» الذى تنقسم نواته ميتوزيا فيما يعرف بـ «التكاثر بالجراثيم Sporogony» حيث تنتج العديد من الأسبوروزويتات (ن) ويعتبر تكاثر لاجنسى.
9. تتحرر الأسبوروزويتات (ن) وتتجه إلى الغدد اللعابية للبعوضة استعدادًا لإصابة إنسان آخر.

أضف إلى معلوماتك

ذكر الأنوفيليس لا يصيب الإنسان بطفيل الملاريا لأنه لا يتغذى على الدم حيث يمتلك أجزاء فم لاعقة يعيش بها على رحيق الأزهار، بينما تمتلك الأنثى أجزاء فم ثاقبة ماصة تمتص بها دم الإنسان.

ملحوظة

الأطوار المشيجية لبلازموديوم الملاريا فى دم الإنسان المصاب تعتبر أمشاجًا غير ناضجة ويحدث لها النضج داخل معدة أنثى بعوضة الأنوفيليس.

Key Points

• من دورة حياة بلازموديوم الملاريا :
- العائل الأساسى هو أنثى بعوضة الأنوفيليس وهى العائل الذى يحدث فيه التكاثر الجنسى.
- الطور المعدى للإنسان هو **الأسبوروزويتات**
- الطور المعدى لأنثى بعوضة الأنوفيليس هو **الأطوار المشيجية**.

★ مما سبق يمكن توضيح أطوار دورة حياة بلازموديوم الملاريا فى الجدول التالى :

اسم الطور	مكان وجوده: فى أنثى بعوضة الأنوفيليس	مكان وجوده: فى الإنسان	طريقة تكوينه	المجموعة الصبغية
الأسبوروزويتات	فى الغدد اللعابية	فى خلايا الكبد	تكاثر نواة كيس البيض لاجنسيًا بالجراثيم	أحادية (ن)
الميروزويتات		فى خلايا الكبد	تكاثر الأسبوروزويتات لاجنسيًا بالتقطع	أحادية (ن)
		فى بعض كريات الدم الحمراء	تكاثر الميروزويتات لاجنسيًا	
الأطوار المشيجية غير الناضجة		فى بعض كريات الدم الحمراء فى الإنسان	تحول بعض الميروزويتات داخل كريات الدم الحمراء	أحادية (ن)
اللاقحة «الزيجوت»	فى المعدة		اندماج الأطوار المشيجية الناضجة داخل معدة البعوضة (تكاثر جنسى)	ثنائية (٢ن)
الطور الحركى	يخترق جدار المعدة		تحول اللاقحة داخل معدة البعوضة	ثنائية (٢ن)
كيس البيض	خارج جدار المعدة		انقسام الطور الحركى ميوزيًا	أحادية (ن)

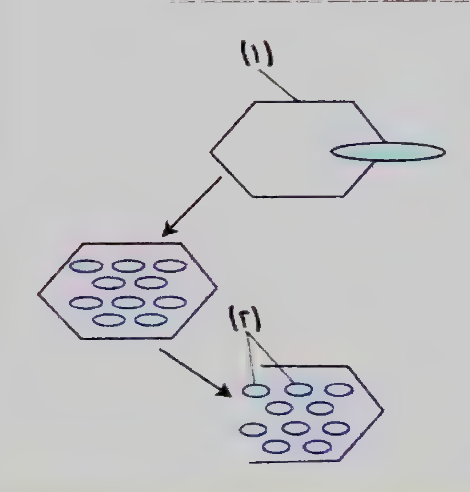
28 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ ماذا يحدث للأطوار التى تدخل لجسم البعوضة مع دم الإنسان المصاب فى دورة حياة بلازموديوم الملاريا ؟

Ⓐ تتحلل
Ⓑ تهاجر للغدد اللعابية للبعوضة
Ⓒ تتحول لأطوار مشيجية ناضجة
Ⓓ تنقسم ميتوزيًا عدة مرات فى معدة البعوضة

٢ الشكل المقابل يوضح تكاثر لاجنسى فى دورة حياة بلازموديوم الملاريا، أى الاختيارات الموجودة بالجدول التالى يشير إلى الرقمين (١) ، (٢) ؟



	(١)	(٢)
Ⓐ	خلية دم حمراء	ميروزويتات
Ⓑ	كيس البيض	أسبوروزويتات
Ⓒ	خلية كبدية	أسبوروزويتات
Ⓓ	خلية كبدية	ميروزويتات

ثانيًا دورة حياة نبات من السراخس (الفوجير)

* **من أشهر الأمثلة على السراخس :**

- نبات **الفوجير** المعروف كنبات زينة فى المشاتل.
- نبات **كزبرة البئر** الذى ينمو على حواف الآبار والقنوات الظليلة.

* **تُعد دورة حياة نبات الفوجير مثالًا نموذجيًا لظاهرة تعاقب الأجيال :** حيث يتعاقب فيها **طور جرثومى** (٢ن) يتكاثر لاجنسيًا **بالجراثيم** مع **طور مشيجى** (ن) يتكاثر جنسيًا **بالأمشاج**.

نبات جرثومى جديد (٢ن)
نبات مشيجى ضامر (ن)
٦ تنقسم مكونة نبات جرثومى ينمو فوق النبات المشيجى
٧ يتلاشى النبات المشيجى وينمو النبات الجرثومى
أوراق
١ النبات الجرثومى (٢ن)
ريزومة
جذور عرضية
بثرات على السطح السفلى للأوراق
٥ لاقحة (٢ن)
إخصاب
٤ سابحات مهدبة (ن)
بويضة (ن)
أرشيجونيا
أنثريديا
تلقيح
أشباه جذور
النبات المشيجى (ن)
٣ تنبت الجرثومة (ن) عندما تسقط على تربة رطبة
٢ حوافظ جرثومية بها خلايا جرثومية (٢ن) تنقسم ميوزيًا لتعطى جراثيم (ن)

دورة حياة نبات الفوجير

١ الطور الجرثومى (٢ن)

١ تبدأ دورة حياة نبات الفوجير بالطور الجرثومى الذى يحمل على السطح السفلى لأوراقه بثرات بها حوافظ جرثومية تحتوى على العديد من الخلايا الجرثومية (٢ن).

٢ تنقسم الخلايا الجرثومية (٢ن) ميوزيًا لتكوين الجراثيم (ن) وعند نضجها تتحرر من الحوافظ الجرثومية وتحملها الرياح لمسافات بعيدة.

ب الطور المشيجى (ن)

- عندما تسقط الجرثومة على تربة رطبة تنبت مكونة عدة خلايا لا تلبث أن تتكتل وتتميز إلى جسم مفلطح ينمو على شكل قلبى فوق التربة الرطبة يعرف بـ «**الطور المشيجى**»، وهو يتميز بأن سطحه السفلى يوجد به ما يلى :

- **أشباه جذور** : تنمو على مؤخرة السطح السفلى للطور المشيجى كزوائد لامتصاص الماء والأملاح.
- **زوائد تناسلية** : تنمو على مقدمة السطح السفلى للطور المشيجى، وهى نوعان هما :
  - **الأنثريديا Antheridia** : مناسل مذكرة تنتج الأمشاج الذكرية (السابحات المهدبة).
  - **الأرشيجونيا Archegonia** : مناسل مؤنثة تنتج الأمشاج المؤنثة (البويضات).

- بعد نضج الأنثريديا تتحرر منها الأمشاج الذكرية (السابحات المهدبة) لتسبح فوق مياه التربة حتى تصل إلى الأرشيجونيا الناضجة وذلك لإخصاب البويضة بداخلها فتتكون اللاقحة (٢ن).
- تنقسم اللاقحة متميزة إلى نبات جرثومى جديد ينمو فوق النبات المشيجى.
- يعتمد النبات الجرثومى فترة قصيرة على النبات المشيجى، حتى يكون لنفسه جذورًا وساقًا وأوراقًا.
- يتلاشى النبات المشيجى وينمو النبات الجرثومى ليعيد دورة الحياة.

★ **مما سبق يمكن المقارنة بين الطور الجرثومى والطور المشيجى فى نبات الفوجير، كالتالى :**

الطور الجرثومى فى نبات الفوجير	الطور المشيجى فى نبات الفوجير
يتكون من جذور عرضية وساق وريزومة وأوراق تحمل على سطحها السفلى **بثرات** بها حوافظ جرثومية تحتوى على العديد من الخلايا الجرثومية.	جسم مفلطح قلبى الشكل يحمل على مؤخرة سطحه السفلى **أشباه جذور** لامتصاص الماء والأملاح وتنمو على مقدمة نفس السطح **زوائد تناسلية** مذكرة (الأنثريديا) ومؤنثة (الأرشيجونيا).
ثنائى المجموعة الصبغية (٢ن) حيث إنه يتكون بالتكاثر الجنسى بإخصاب السابحة المهدبة (ن) للبويضة (ن) فتتكون اللاقحة (٢ن) التى تنقسم ميتوزيًا متميزة إلى نبات جرثومى.	**أحادى المجموعة الصبغية (ن)** حيث إنه يتكون من إنبات الجرثومة (ن)، أى أنه يتكون من تكاثر لاجنسى.
يتكاثر لاجنسيًا بالجراثيم التى تتكون بالانقسام **الميوزى** للخلايا الجرثومية (٢ن) فى الحوافظ الجرثومية.	**يتكاثر جنسيًا بالأمشاج** المذكرة والمؤنثة التى تتكون بالانقسام **الميتوزى** فى الزوائد التناسلية.
يستمر نمو الطور الجرثومى ليعيد دورة الحياة.	يتلاشى الطور المشيجى بعد اكتمال نمو الطور الجرثومى.

29 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكل المقابل يمثل جزء من دورة حياة نبات الفوجير، أى مما يلى يصف هذه المرحلة ؟

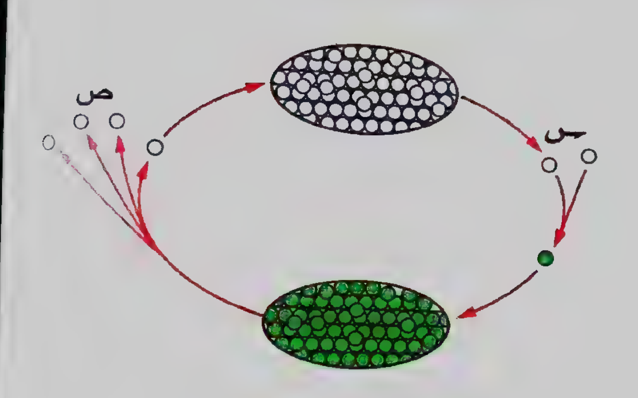
(أ) انقسام الجرثومة ميتوزيًا

(ب) انقسام الخلايا الجرثومية ميوزيًا

(جـ) إخصاب البويضة وتكوين اللاقحة

(د) نمو الطور الجرثومى على الطور المشيجى

٢ فى الشكل التخطيطى المقابل الذى يوضح جزء من دورة حياة نبات سرخسى، فيم يتشابه (س) مع (ص) ؟



(أ) الشكل

(ب) عدد الصبغيات

(جـ) نوع الانقسام المؤدى لتكوينهما

(د) نوع التكاثر الذى يقوم به كل منهما

٣ لماذا توجد الزوائد التناسلية على السطح السفلى للطور المشيجى لنبات الفوجير ؟

(أ) لتتجنب التعرض للضوء

(ب) لتتصل بماء التربة

(جـ) للحصول على المغذيات من التربة

(د) لامتصاص ماء التربة

الفصل 3

الدرس الثالث

التكاثر فى النباتات الزهرية

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف كيف تتكون البذور والثمار.

النباتات الزهرية

* مجموعة من النباتات البذرية تعرف بـ «مغطاة البذور» لأن بذورها تنشأ داخل غلاف ثمرى.
* تنتشر فى بيئات مختلفة وتتفاوت فى الحجم من أعشاب صغيرة إلى أشجار ضخمة.
* تتكاثر بواسطة عضو متخصص يسمى «الزهرة».

زهرة
برعم
ورقة
ساق
جذر

• الزهرة

عضو التكاثر فى النباتات الزهرية، وهى ساق قصيرة تحورت أوراقها لتكوين الأجزاء الزهرية المختلفة.

• القنابة Bract

ورقة تخرج من إبطها الزهرة وهى تختلف فى الشكل واللون من نبات لآخر (حُرشفية، خضراء ...).

* **الزهرة قد تكون :**

– ذات قنابة. **أو** – بدون قنابة.

– معنقــــة **أو** – جالســـة

(تحمل على عنق). (لا تحمل على عنق).

* **منشأ الأزهار :**

– **الأزهار الوحيدة : قد تنشأ :**

طرفية	أو	إبطية
تحد من نمو الساق، **مثل** زهرة التيوليب		لا تحد من نمو الساق، **مثل** زهرة البيتونيـا

ساق

– **الأزهار المتجمعة :** تنشأ متجمعة على المحور الزهرى فى تنظيمات متنوعة تعرف بـ «النورات»، **مثل :**

• زهور الفول. • زهور المنثور.

• النورة

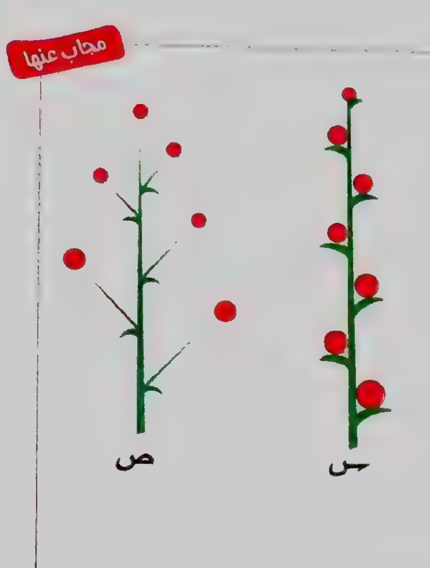
تجمع الأزهار على المحور الزهرى فى تنظيمات متنوعة.

30 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

أى الاختيارات فى الجدول التالى يعبر عن الأزهار فى الشكلين المقابلين (س) ، (ص) ؟

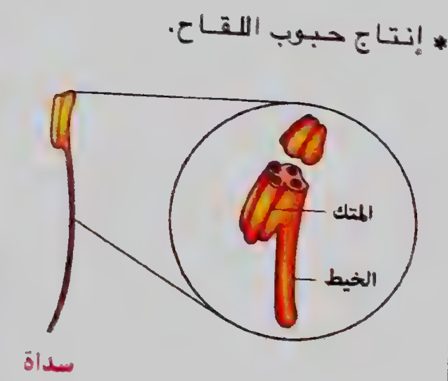
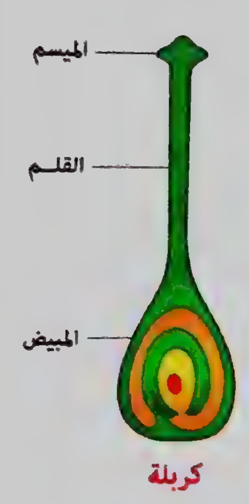


	الشكل (س)	الشكل (ص)
أ	معنقة ذات قناية	جالسة بدون قناية
ب	معنقة بدون قناية	جالسة ذات قناية
جـ	جالسة ذات قناية	معنقة ذات قناية
د	جالسة بدون قناية	معنقة بدون قناية

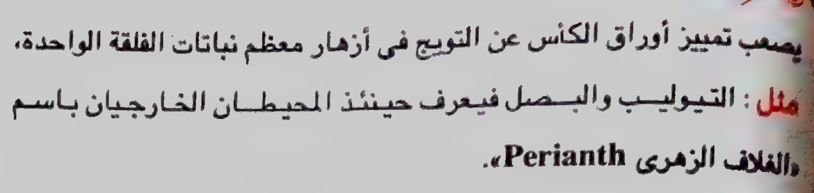
تركيب الزهرة

* تتركب الزهرة النموذجية أو الكاملة (الخنثى)، **مثل** زهور الفول، التفاح، البصل، البيتونيا من ٤ محيطات زهرية تتبادل أوراق كل منها مع أوراق المحيط الذى يليه **وهى كالتالى** :

قطاع طولى فى الزهرة النموذجية

محيطات الزهرة	التكويـن	الوظيفـة
١ الكاس Calyx (المحيط الخارجى للزهرة)	- يتكون من : أوراق خضراء تسمى السبلات Sepals	* حماية أجـزاء الزهـرة الداخلية مـن عوامل الجفاف أو الأمطار أو الرياح.
٢ التويج Corolla (يلى الكاس للداخل)	- يتكون من : صف واحـد أو أكثر مـن أوراق ملونـة تسمى البتلات Petals	* حمايـة الأجزاء الجنسيـة للزهـرة * جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح
٣ الطلـع Androecium (عضو التذكير فى الزهرة)	- يتكون من : أوراق متعـددة تسـمى الأسدية Stamens كل منها مكوّن من : • الخـيط Filament : يحمـل على قمته انتفاخ يسمى المتك. • المتك Anther : يحتـوى علـى أربعـة أكياس من حبوب اللقاح.	* إنتـاج حبـوب اللقـاح. 
المتـاع Gynoecium (عضو التأنيث فى الزهرة وهو يقع فى مركزها)	- يتكون من : كـربلة Carpel واحـدة أو أكثـر قد تلتحـم أو تبقى منفصـلة، وقد تحتـوى غرفة واحدة أو أكثر وكل منها عبارة عن : • المبيـض Ovary : قاعـدة الكربلـة المنتفخة التى تحتوى على البويضات. • القلـم Style : عنـق رفيع يعلو المبيض وينتهى بالميسم. • الميسـم Stigma : قـرص لزج تلتصق عليه حبوب اللقاح.	* إنتـاج البـويضـات. 

ملحوظة


يصعب تمييز أوراق الكأس عن التويج فى أزهار معظم نباتات الفلقة الواحدة،
مثل : التيوليب والبصل فيعرف حينئذ المحيطان الخارجيان باسم «الغلاف الزهرى Perianth».

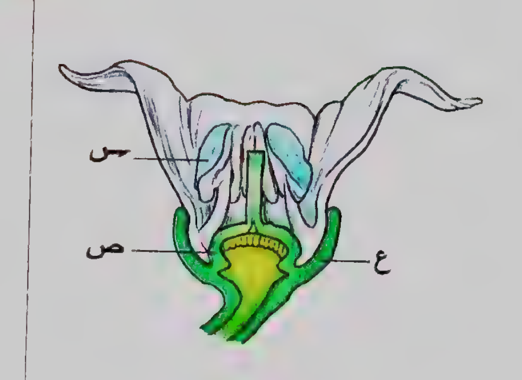
التيوليب

اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل المقابل يوضح قطاع طولى فى زهرة نبات الفلفل،
ماذا تمثل التراكيب (س)، (ص) ، (ع) ؟

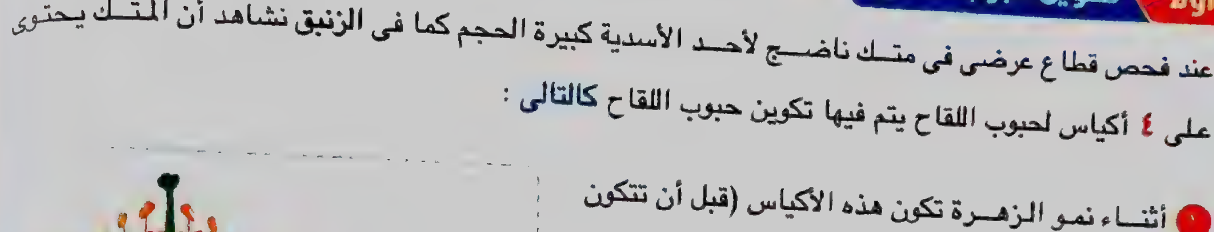


	س	ص	ع
أ	سداة	تويج	كأس
ب	مبيض	تخت	تويج
ج	متك	مبيض	كأس
د	كأس	كربلة	تويج

وظائف الزهرة

تقوم الزهرة بوظائفها فى التكاثر لاستمرار النوع ، وهذا يتطلب ما يلى :

أولا تكوين حبوب اللقاح



* عند فحص قطاع عرضى فى متـك ناضـج لأحـد الأسدية كبيرة الحجم كما فى **الزنبق** نشاهد أن المتـك يحتوى على ٤ أكياس لحبوب اللقاح يتم فيها تكوين حبوب اللقاح **كالتالى :**

مراحل نضج المتك

١ أثنـاء نمو الزهـرة تكون هذه الأكياس (قبل أن تتكون حبوب اللقـاح) مليئـة بخلايـا كبيـرة الأنوية تحتـوى علـى عـدد زوجى مـن الصبغيـات (٢ن) تسمـى **«الخلايا الجرثومية الأمية»**.

٢ تنقسـم كـل خليـة جرثـومية أمـية انقسـامًا ميـوزيًا لتكـون أربـع خـلايا بـكـل منـهـا عـدد فردى مـن الصبغيـات (ن) وتسـمى **«الجراثيم الصغيرة Microspores»**.

٣ تنقسم نـواة الجرثومـة الصغيـرة انقسامًا ميتـوزيًا إلـى نواتـين تعرف إحداهمـا بـ**«النـواة الأنبوبية Tube nucleus»** والأخـرى بـ**«النـواة المولـدة Generative nucleus»** وبـذلك تتكـون حبـة اللقاح ثم يتغلظ غلافها مكونًا جدار سميك لحمايتها.

٤ يصبـح المتـك ناضجًـا، ويتحلل الجـدار الفاصل بين كل كيسـين متجـاورين وتتفتـح الأكيـاس وتصبح حبوب اللقاح جاهزة للانتشار.

32 اختبـر نفسـك

مجاب عنها

اختر : كيف تتكون حبوب اللقاح فى متك الأزهار ؟

(أ) بالانقسام الميتوزى فقط
(ب) بالانقسام الميتوزى ثم الانقسام الميوزى
(ج) بالانقسام الميوزى فقط
(د) بالانقسام الميوزى ثم الانقسام الميتوزى

ثانيًا تكوين البويضات

• أثناء تكوين حبوب اللقاح فى المتك، تحدث تغييرات مناظرة فى المبيض كالتالى :

● تظهر البويضة كانتفاخ بسيط على الجدار الداخلى للمبيض، وهى تحتوى على خلية جرثومية أمية كبيرة (٢ن).

ومع نمو البويضة :

- يتكون لها عنق أو حبل سرى **Funicle** يصلها بجدار المبيض ومن خلاله تصل إليها المواد الغذائية.
- يتكون حولها غلافان **Integuments** يحيطان بها تمامًا فيما عدا ثقب صغير يسمى «النقير **Micropyle**» يتم من خلاله إخصاب البويضة.

● تنقسم الخلية الجرثومية الأمية (٢ن) داخل البويضة انقسامًا ميوزيًا لتعطى صفًا من أربع خلايا بكل منها عدد فردى من الصبغيات (ن).

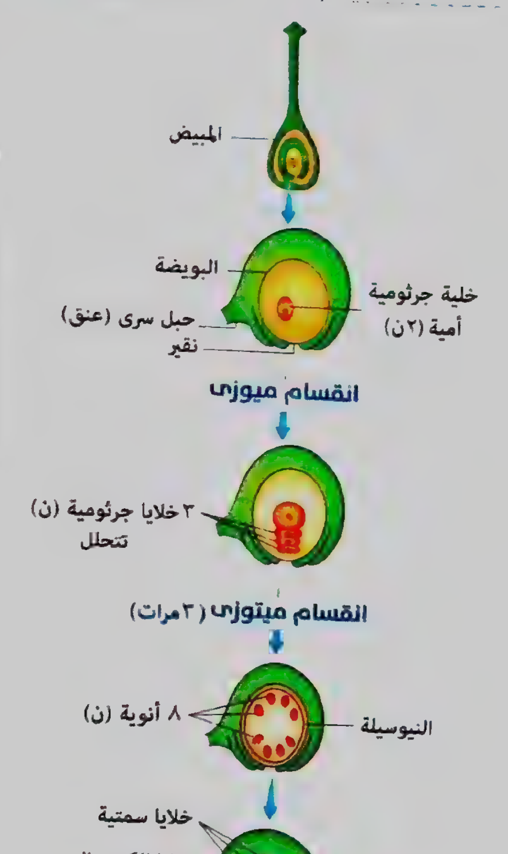
● تتحلل ثلاثة من هذه الخلايا وتبقى واحدة تنمو بسرعة مكونة الكيس الجنينى **Embryo sac** الذى يحيط به نسيج غذائى يسمى «النيوسيلة **Nucellus**».

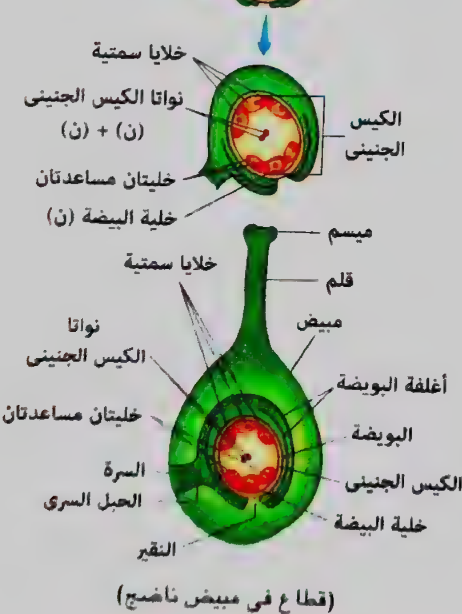
● يحدث داخل الكيس الجنينى عدة مراحل كما يلى :

(١) تنقسم النواة انقسامًا ميتوزيًا ثلاث مرات لتنتج ٨ أنوية، تهاجر كل ٤ منها إلى أحد طرفى الكيس الجنينى.

(٢) تنتقل واحدة من كل أربع أنوية إلى وسط الكيس الجنينى، ويعرفان بـ «النواتين القطبيتين **Polar nuclei**» (نواتا الكيس الجنينى).

(٣) تحاط كل نواة من الثلاث الباقية فى كل من طرفى الكيس الجنينى بكمية من السيتوبلازم وغشاء رقيق، لتكوّن خلايا.





(قطاع فى مبيض ناضج)

مراحل نضج المبيض

(٤) تنمو الخلية الوسطية من الثلاث خلايا القريبة من النقير لتصبح خلية البيضة Egg cell، وتعرف الخليتان الموجودتان على جانبيها بـ «الخليتين المساعدتين Synergids» أما الثلاث خلايا البعيدة عن النقير تسمى «الخلايا السمتية Antipodal cells».

* تصبح خلية البيضة حينئذ جاهزة للإخصاب.

ملحوظة

تمثل خلية البيضة المشيج المؤنث فى النباتات الزهرية.

Key Points

- **عدد الأنوية والخلايا الناتجة من انقسام خلية جرثومية أمية واحدة فى مبيض الزهرة :**

١ خلية جرثومية أمية (٢ن) ← انقسام ميوزى ← ٤ خلايا جرثومية (ن):
- ٣ خلايا جرثومية تتحلل
- ١ خلية الكيس الجنينى ← انقسام ميتوزى للنواة ٣ مرات ← ٨ أنوية:
  - ٣ أنوية (للخلايا السمتية)
  - ٢ نواة الكيس الجنينى (النواتين القطبيتين)
  - ١ نواة البيضة
  - ٢ نواة (للخلايا المساعدة)

33 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ فى أى مما يلى تتواجد النيوسيلة ؟

Ⓐ الكيس الجنينى Ⓑ البويضة Ⓒ البيضة Ⓓ الخلية الجرثومية الأمية

(أ) الكيس الجنينى (ب) البويضة (ج) البيضة (د) الخلية الجرثومية الأمية

٢ كم عدد مرات الانقسام التى تحدث فى بويضة زهرة نبات البسلة قبل حدوث الإخصاب ؟

(أ) ٢ (ب) ٣ (ج) ٤ (د) ٦

ثالثًا التلقيح والإخصاب

١ عملية التلقيح فى النباتات الزهرية

- **عملية التلقيح فى النباتات الزهرية**

عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى ميسم الزهرة.

التلقيح الذاتى والتلقيح الخلطى

أنواع التلقيح :

	① التلقيح الذاتى	② التلقيح الخلطى
مفهومه	انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم نفس الزهرة أو إلى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات	انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة على نبات إلى ميسم زهرة على نبات آخر من نفس النوع
العوامل اللازمة لإتمامه	- تكون الأزهار خنثى بشرط ؛ • نضج شقى الأعضاء الجنسية فى نفس الوقت. • أن يكون مستوى المتك مرتفع عن مستوى الميسم. - يكون النبات به أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة.	- تكون الأزهار خنثى بشرط ؛ • نضج أحد شقى الأعضاء الجنسية قبل الآخر. • أن يكون مستوى المتك منخفض عن مستوى الميسم. - تكون جميع أزهار النبات وحيدة الجنس (مذكر فقط أو مؤنثة فقط).

• وسائل نقل حبوب اللقاح فى التلقيح الخلطى :

- الهواء. - الحشرات. - الماء. - الإنسان.

• أهمية عملية التلقيح :

- توفر للزهرة الخلايا الذكرية اللازمة لعملية الإخصاب فى البويضة التى تُكون البذرة.
- تحفز نشاط الأوكسينات اللازمة لنمو المبيض إلى ثمرة ناضجة (حتى لو لم يتم الإخصاب).

ب عملية الإخصاب فى النباتات الزهرية

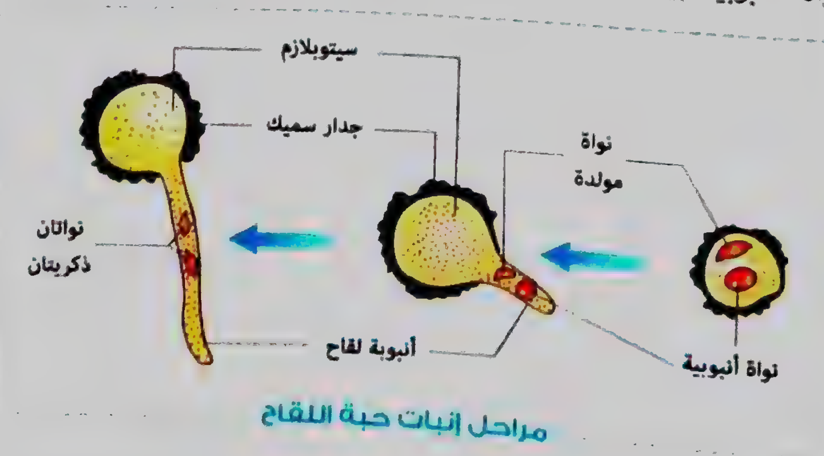
• تشمل عملية الإخصاب خطوتان هامتان، هما :

- الخطوة الأولى (إنبات حبة اللقاح) ؛

عندما تسقط حبة اللقاح على الميسم تبدأ فى الإنبات حيث :

• تقوم النواة الأنبوبية بتكوين أنبوبة لقاح تخترق الميسم والقلم حتى تصل إلى موقع النقير فى المبيض.

• تتلاشى النواة الأنبوبية، بينما تنقسم النواة المولدة انقسامًا ميتوزيًا مكونة نواتين ذكريتين.



مراحل إنبات حبة اللقاح

- الخطوة الثانية (الإخصاب المزدوج) ، تشمل مرحلتين وهما :

١ إخصاب خلية البيضة

يتم كالتالى :

(١) تنتقل إحدى النواتين الذكريتين (ن) من حبة اللقاح إلى البويضة من خلال أنبوبة اللقاح.

(٢) تندمج هذه النواة مع نواة خلية البيضة (ن) فيتكون الزيجوت (٢ن).

(٣) ينقسم الزيجوت ميتوزيًا مكونًا الجنين (٢ن).

نواة ذكرية (ن) + نواة خلية البيضة (ن) ←(إخصاب) زيجوت (٢ن) ←(انقسام ميتوزى) جنين (٢ن)

٢ الاندماج الثلاثى

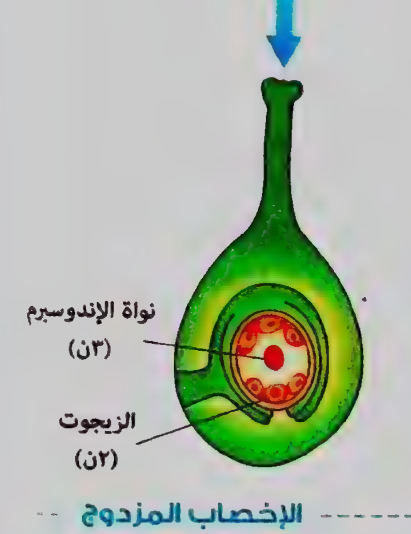
يتم كالتالى :

(١) تنتقل النواة الذكرية الأخرى (ن) من حبة اللقاح إلى البويضة.

(٢) تندمج النواة الذكرية مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنينى «النواتان القطبيتان» (كل منهما ن) لتكوين نواة الإندوسبرم (٣ن).

(٣) تنقسم نواة الإندوسبرم لتعطى نسيج الإندوسبرم لتغذية الجنين فى مراحل نموه الأولى ويبقى هذا النسيج خارج الجنين، فيشغل بذلك جزءًا من البذرة.

نواة ذكرية (ن) + نواتا الكيس الجنينى (ن) + (ن) ←(اندماج ثلاثى) نواة الإندوسبرم (٣ن)



الإخصاب المزدوج

• الاندماج الثلاثى
عملية اندماج إحدى النواتين الذكريتين لحبة اللقاح مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنينى لتكوين نواة الإندوسبرم.

★ مما سبق يمكن تعريف الإخصاب المزدوج كالتالى :

• الإخصاب المزدوج
اندماج إحدى النواتين الذكريتين (ن) من حبة اللقاح مع نواة خلية البيضة (ن) لتكوين الزيجوت (٢ن) الذى ينقسم ميتوزيًا مكونًا الجنين (٢ن)، واندماج النواة الذكرية الأخرى (ن) مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنينى «النواتان القطبيتان» (كل منهما ن) لتكوين نواة الإندوسبرم (٣ن) التى تنقسم لتعطى نسيج الإندوسبرم.

Key Points

- عدد الأنوية الذكرية الناتجة من انقسام خلية جرثومية أمية واحدة في متك الزهرة :

١ خلية جرثومية أمية (٢ن) ← انقسام ميوزي ← ٤ جراثيم صغيرة (ن) ← انقسام ميتوزي للنواة ← ٤ حبوب لقاح (ن) بها:
- ٤ أنوية أنبوبية (ن)
- ٤ أنوية مولدة (ن) ← انقسام ميتوزي ← ٨ أنوية ذكرية (ن)

34 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

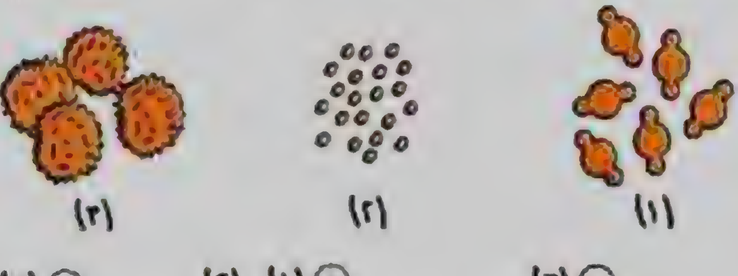
١ ما أقصى عدد من حبوب اللقاح الناتجة بعد نضج متك زهرة يحتوى كل كيس منه على ١٠٠ خلية جرثومية أمية ؟

Ⓐ ١٠٠ Ⓑ ٤٠٠ Ⓒ ٨٠٠ Ⓓ ١٦٠٠

٢ أى الأشكال التالية لا يحدث به تلقيح ذاتى ؟

(أ) (ب) (جـ) (د)

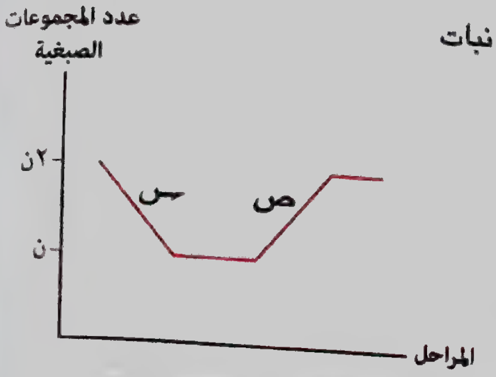
٣ * الأشكال التالية توضح حبوب لقاح لثلاثة أنواع مختلفة من النباتات عند فحصها بالميكروسكوب الضوئى بنفس قوة التكبير . أى منهم يمكن أن يُنقل بسهولة بواسطة الحشرات لإتمام عملية التلقيح ؟



(١) (٢) (٣)

(أ) (١) (ب) (٣) (جـ) (١) ، (٢) (د) (٢) ، (٣)

٤ الشكل المقابل يعبر عن عدد المجموعات الصبغية فى دورة حياة نبات زهرى، ماذا يمثل الحرفين (س) ، (ص) على الترتيب ؟



Ⓐ انقسام ميتوزى / إخصاب

Ⓑ انقسام ميوزى / إخصاب

Ⓒ إخصاب / انقسام ميوزى

Ⓓ إخصاب / انقسام ميتوزى

رابعًا تكوين الثمرة والبذرة

* بعد حدوث الإخصاب يذبل الكأس والتويج والطلع والقلم والميسم ولا يبقى من الزهرة سوى مبيضها.

أ تكوين الثمرة

١ يختزن المبيض الغذاء فيكبر فى الحجم وينضج متحولًا إلى ثمرة بفعل الهرمونات (الأوكسينات) التى يفرزها المبيض.

٢ يصبح جدار المبيض غلافًا للثمرة.

• الثمرة الكاذبة

الثمرة التى يتشحم فيها أى جزء غير مبيضها بالغذاء، مثل ثمرة التفاح التى يتشحم فيها التخت (وهو ما يؤكل).

ب تكوين البذرة

١ تتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السمتية، ويبقى ثقب النقير ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الإنبات.

٢ يصبح جدار البويضة غلافًا للبذرة.

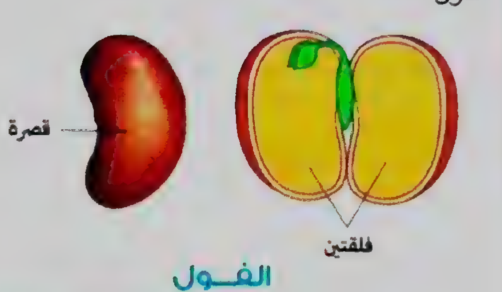
ملحوظة

عدد الأنوية التى تشارك فى تكوين البذرة أو الحبة ٥ أنوية (نواة البيضة + نواتان ذكريتان + نواتا الكيس الجنينى).

• يمكن التمييز بين البذور من حيث احتفاظها بالإندوسبرم إلى بذور إندوسبرمية وبذور لاإندوسبرمية، كالتالى :

البذور الإندوسبرمية «الحبوب»	البذور اللاإندوسبرمية «البذور»
يحتفظ الجنين فيها بالإندوسبرم فيظل موجود.	يتغذى الجنين على الإندوسبرم أثناء تكوينه مما يضطر النبات إلى تخزين غذاء آخر للجنين فى فلقتين.
تلتحم أغلفة المبيض مع أغلفة البويضة لتكوين ثمرة بها بذرة واحدة وتعرف حينئذ بـ «الحبة».	تتصلب الأغلفة البيضية (أغلفة البويضة) لتكوين القصرة وتعرف حينئذ بـ «البذرة».
بذور ذات فلقة واحدة.	بذور ذات فلقتين.
أمثلة	
الذرة.	البسلة.
القمح.	الفول.

القمح



الفول

• يؤدى نضج الثمار والبذور (غالبًا) إلى تعطيل النمو الخضرى للنبات وأحيانًا إلى موته خاصةً فى النباتات الحولية بسبب استهلاك المواد الغذائية المختزنة وتثبيط الهرمونات.

• إذا لم يتم التلقيح والإخصاب تذبل الزهرة وتسقط دون تكوين الثمرة.

• هناك بعض الثمار التى تحتفظ بأجزاء من الزهرة، مثل :

- ثمرة الرُمان : تبقى بها أوراق الكأس والأسدية.
- ثمرة الباذنجان والبلح : تبقى بها أوراق الكأس.
- ثمرة القرع : تبقى بها أوراق التويج.

أضف إلى معلوماتك

النباتات الحولية هى نباتات تعيش لموسم زراعى واحد فقط، ثم تتلاشى بعد ترك بذورها فى التربة، مثل الذرة والشعير.

35 اختبـر نفسـك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى مما يلى يمثل الخطوة الأولى لإنبات البذرة ؟

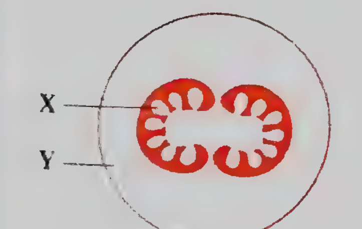
Ⓐ التلقيح Ⓑ الإخصاب

Ⓒ التشرب Ⓓ ظهور الجذير

٢ مـن الشـكل المقابل الذى يمثل بـذرة نبات من ذوات الفلقتين، أى الاختيارات بالجدول التالى يمثل منشـأ كل من التركيب (س) والتركيب (ص) ؟

	س	ص
Ⓐ	المبيض	جدار المبيض
Ⓑ	خلية البيضة	البويضة
Ⓒ	خلية البيضة	أغلفة البويضة
Ⓓ	البويضة	جدار البويضة

٣ الشـكل المقابـل يوضـح قطـاع عرضـى فـى ثمـرة طماطـم، أى العبارات التالية صحيحة ؟



Ⓐ (X) ثنائية المجموعة الصبغية و (Y) أحادية المجموعة الصبغية

Ⓑ (Y) ثنائية المجموعة الصبغية و (X) أحادية المجموعة الصبغية

Ⓒ كل من (X) ، (Y) ثنائية المجموعة الصبغية

Ⓓ كل من (X) ، (Y) أحادية المجموعة الصبغية

مما سبق يمكن إيجاز :

١ مراحل تكوين حبوب اللقاح

المتـك

يحتوى على

↓

٤ أكياس حبوب لقاح

قبل تكوين حبوب اللقاح تكون مليئة بـ

↓

خلايا جرثومية أمية (٢ن)

تنقسم كل خلية ميوزيًا لتكون

↓

٤ جراثيم صغيرة (ن)

تتحول كل جرثومة إلى حبة لقاح بعد أن تنقسم نواتها ميتوزيًا إلى

↓

نواة أنبوبية ← تكون أنبوبة لقاح تخترق الميسم والقلم حتى تصل إلى موقع النقير فى المبيض ثم تتلاشى النواة الأنبوبية

نواة مولدة ← تنقسم ميتوزيًا مكونة ← **نواتين ذكريتين**

٢ مراحل نضج المبيض فى النبات

المبيض

يظهر على الجدار الداخلى له

↓

البويضة

تحتوى على

↓

خلية جرثومية أمية (٢ن)

تنقسم ميوزيًا لتكون

↓

٤ خلايا (ن)

تتحلل ثلاث خلايا وتبقى واحدة تنمو بسرعة مكونة

↓

الكيس الجنينى

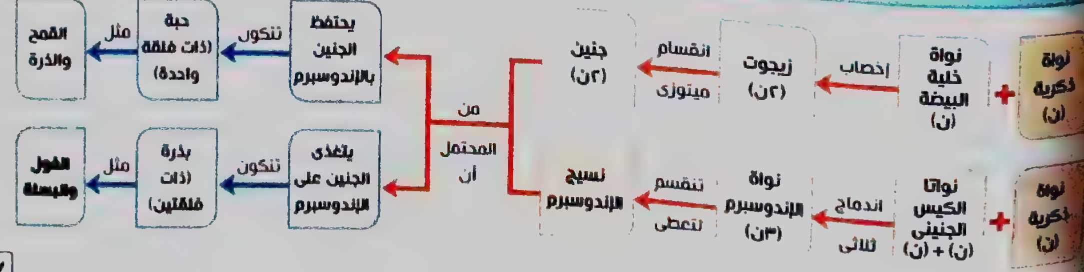
تنقسم نواته ميتوزيًا ثلاث مرات فينتج

↓

٨ أنوية

- **٣ أنوية قريبة من النقير**: تحاط كل منها بسيتوبلازم وغشاء رقيق لتعطى ← **خليتين مساعدتين** + **خلية البيضة (وسطى)**
- **نواتا الكيس الجنينى**
- **٣ أنوية بعيدة عن النقير**: تحاط كل منها بسيتوبلازم وغشاء رقيق لتعطى ← **ثلاث خلايا سمتية**

٣ عملية الإخصاب المزدوج فى النبات



٤ مصير مكونات الزهرة فى الحالات التالية

الزهرة فى حالة:

عدم حدوث تلقيح و إخصاب
- تذبل الزهرة وتسقط

حدوث تلقيح فقط (دون حدوث إخصاب)
- تحفيز نشاط الأوكسينات اللازمة لنمو المبيض إلى ثمرة ناضجة بدون بذور

حدوث تلقيح و إخصاب

- **المحيطات الزهرية**
  - يذبل الكأس والتويج والطلع والقلم والميسم
  - **أو قد** تحتفظ بعض الثمار بأجزاء منها **مثل**:
    - الكأس ← ثمرة الباذنجان والبلح
    - الكأس والأسدية ← ثمرة الرُمان
    - التويج ← ثمرة القرع
- **جدار المبيض** يتحول إلى • غلاف الثمرة
- **المبيض** يتحول إلى • ثمرة
- **جدار البويضة** يتحول إلى • غلاف البذرة
- **البويضة** تتحول إلى • بذرة
  - إندوسبرمية (حبة)
  - لاإندوسبرمية (بذرة)
- **خلية البيضة** تتحول إلى • جنين
- **نواتا الكيس الجنينى** تتحول إلى • نسيج الإندوسبرم
  - يبقى فى الحبوب (فلقة واحدة)
  - يتحلل فى البذور (فلقتين)
- **الخلايا السمتية** و **الخليتان المساعدتان** ← تتحلل
- **النقير** • يبقى ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الإنبات

الإثمـــار العـــذرى Parthenocarpy

الإثمار العذرى

تكوين ثمار بدون بذور لأنها تتكون بدون عملية الإخصاب (وهو لا يعتبر تكاثر).

أنواع الإثمار العذرى :

1. **طبيعى :** كما فى الموز والأناناس.
2. **صناعى :** يتم بإحدى الطريقتين التاليتين :
   - رش المياسم بخلاصة حبوب اللقاح (حبوب لقاح مطحونة فى الإثير الكحولى).
   - استخدام إندول أو نافثول حمض الخليك.

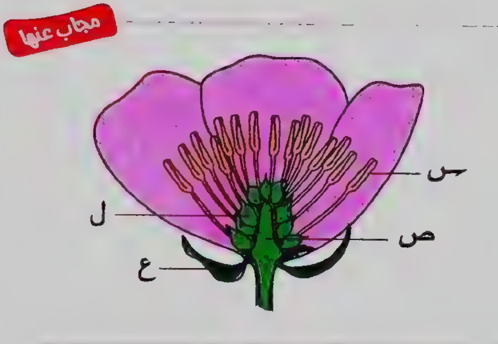
   } لتنبيه المبيض لتكوين الثمرة

36 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل المقابل يمثل قطاع طولى فى زهرة نبات، أى الأجزاء الموضحة بالشكل ليس له دور فى إتمام عملية الإثمار العذرى صناعيًا ؟



Ⓐ س ، ص
Ⓑ س ، ل
Ⓒ ص ، ع
Ⓓ ص ، ل

مما سبق يمكن المقارنة بين التوالد البكرى والإثمار العذرى، كالتالى :

التوالد البكرى	الإثمار العذرى
يحدث فى الحيوان.	يحدث فى النبات.
قدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد بدون إخصاب من المشيج المذكر.	قدرة المبيض على تكوين ثمرة بدون بذور لأنها تتكون بدون عملية إخصاب.
يعتبر نوع خاص من التكاثر اللاجنسى.	لا يعتبر تكاثرًا.
يتم طبيعيًا كما فى حشرة المن ونحل العسل.	يتم طبيعيًا كما فى الموز والأناناس.
يتم صناعيًا بتنشيط البويضات بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو للوخز بالأبر كما فى الضفدعة ونجم البحر أو باستخدام منشطات مماثلة لتكوين أجنة مبكرة من بويضاتها كما فى الأرانب.	يتم صناعيًا برش المياسم بخلاصة حبوب اللقاح أو باستخدام إندول أو نافثول حمض الخليك لتنبيه المبيض لتكوين الثمرة.

الفصل 3

الدرس الرابع

التكاثر فى الإنسان

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف مكونات الأجهزة التناسلية المذكرة والمؤنثة فى الإنسان.
- يتعرف مراحل تكوين الحيوان المنوى والبويضة فى الإنسان.
- يتعرف دورة الطمث فى المرأة ودور الهرمونات فى تنظيم هذه الدورة.

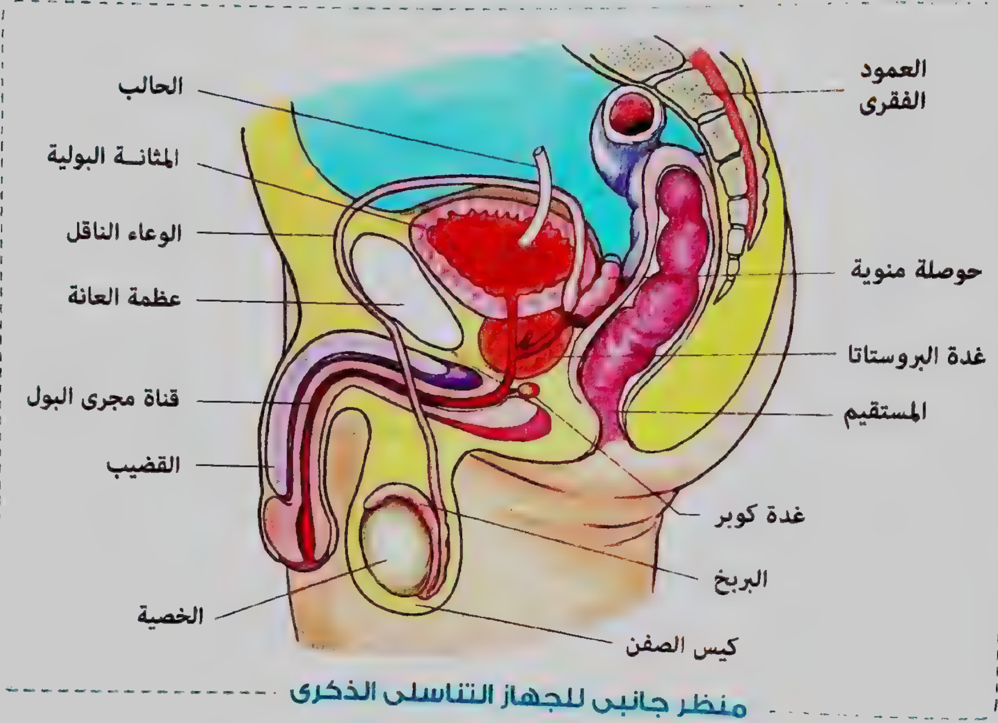
ينتمي الإنسان إلى طائفة الثدييات التي تتميز بالآتي :

- حمل الجنين حتى الولادة لذا فإن بويضاتها تكون صغيرة وشحيحة المُح لاعتماد الجنين على الأم في الحصول على الغذاء لتكونه داخل الرحم.
- إنتاج الصغار يكون محدود نظرًا لما تلقاه من رعاية الأبوين حيث تصل هذه الرعاية أقصاها في الإنسان الذي تحتاج صغاره إلى سنوات طوال من التربية نظرًا لتقدم عقله وتميز هيئته.

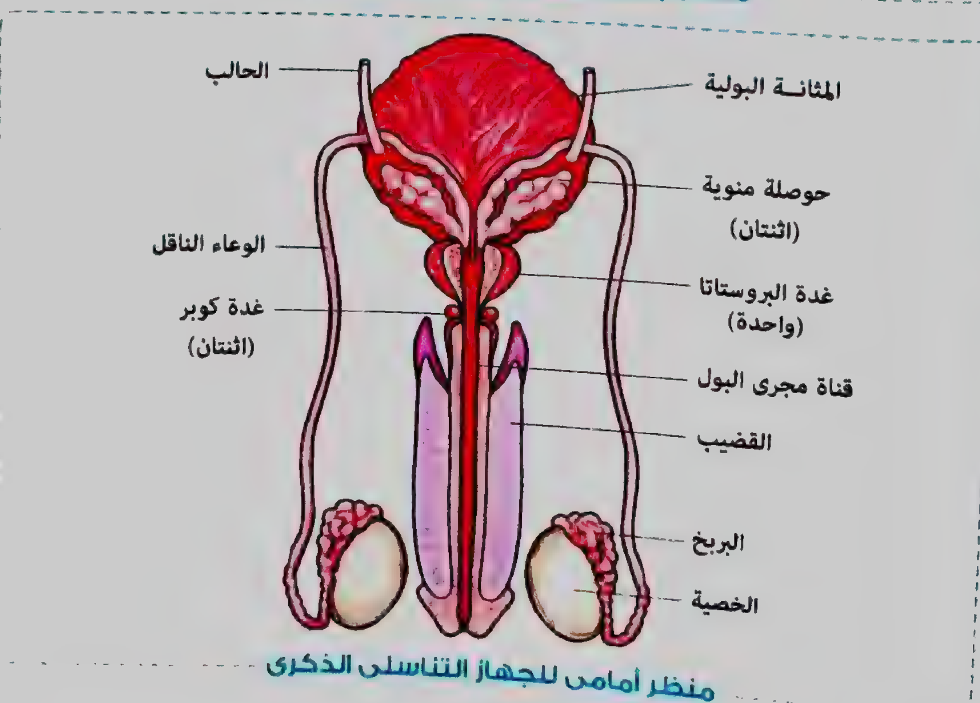
أضف إلى معلوماتك

المُح هو غذاء مدخر في البويضات يعتمد عليه الجنين أثناء تكوينه.

الجهاز التناسلي الذكري



منظر جانبي للجهاز التناسلي الذكري



منظر أمامي للجهاز التناسلي الذكري

* **الوظيفة :** – إنتاج الحيوانات المنوية.
– إنتاج هرمونات الذكورة، التى تسبب ظهور الصفات الذكرية الثانوية، **مثل :** خشونة الصوت، قوة العضلات، نمو الشعر على الوجه،... إلخ.

* **التركيب :** يتركب الجهاز التناسلى الذكرى للإنسان من :

١ الخصيتان

– تحاط الخصيتان بكيس الصفن الذى يتدلى خارج تجويف البطن للحفاظ على درجة حرارة الخصيتين منخفضة عن درجة حرارة الجسم بما يناسب تكوين الحيوانات المنوية فيهما.

– **أهمية الخصية :**
- إنتاج الحيوانات المنوية.
- إفراز هرمون التستوستيرون الذى يعمل على ظهور الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ ونمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.

ملحوظة

تنتقل الخصيتان من التجويف البطنى إلى كيس الصفن فى الجنين خلال أشهر الحمل الأخيرة، فإذا تعطل خروجهما تتوقفان عن إنتاج المنى عند البلوغ مما يسبب العقم.

٢ البربخان

– كل منهما عبارة عن قناة تلتف حول نفسها، تخرج من الخصية، وتصب فى قناة تسمى «الوعاء الناقل».
– **وظيفة البربخين :** يتم فيهما تخزين الحيوانات المنوية.

٣ الوعاءان الناقلان

– يقوم كل منهما بنقل الحيوانات المنوية من البربخ إلى قناة مجرى البول.

٤ الغدد التناسلية الملحقة

– **وهى تشمل :**
- **الحوصلتين المنويتين :** تقوم كل منهما بإفراز سائل قلوى يحتوى على سكر فركتوز لتغذية الحيوانات المنوية.
- **غدة البروستاتا وغدتا كوبر :** تقوم بإفراز سائل قلوى يمر فى قناة مجرى البول (قبل مرور الحيوانات المنوية مباشرةً) فيعمل على معادلة وسطها الحمضى ليصبح وسطًا مناسبًا لمرور الحيوانات المنوية.

٥ القضيب

– عضو يتكون من نسيج أسفنجى تمر فيه قناة مجرى البول حيث ينتقل من خلالها البول والحيوانات المنوية كل على حدة.

أضف إلى معلوماتك

الحيوانات المنوية لا تدخر مواد غذائية بداخلها، وإنما تعتمد على سكر الفركتوز (الموجود بالسائل المفرز من الحوصلتين المنويتين) والذى يستخدم كمصدر للطاقة اللازمة لها للوصول إلى البويضة وإخصابها.

التركيب المجهرى للخصية : من خلال دراسة قطاع عرضى فى الخصية، يتضح أنها تتكون من :

الأنيبيبات المنوية :

- توجد بعدد كبير داخل الخصية.
- كل أنيبيبة منوية يوجد بداخلها نوعين من الخلايا، هما :

(١) خلايا جرثومية أمية (٢ن) : تبطن الأنيبيبات المنوية من الداخل وهى تتقسم عدة انقسامات لتكون فى النهاية الحيوانات المنوية.

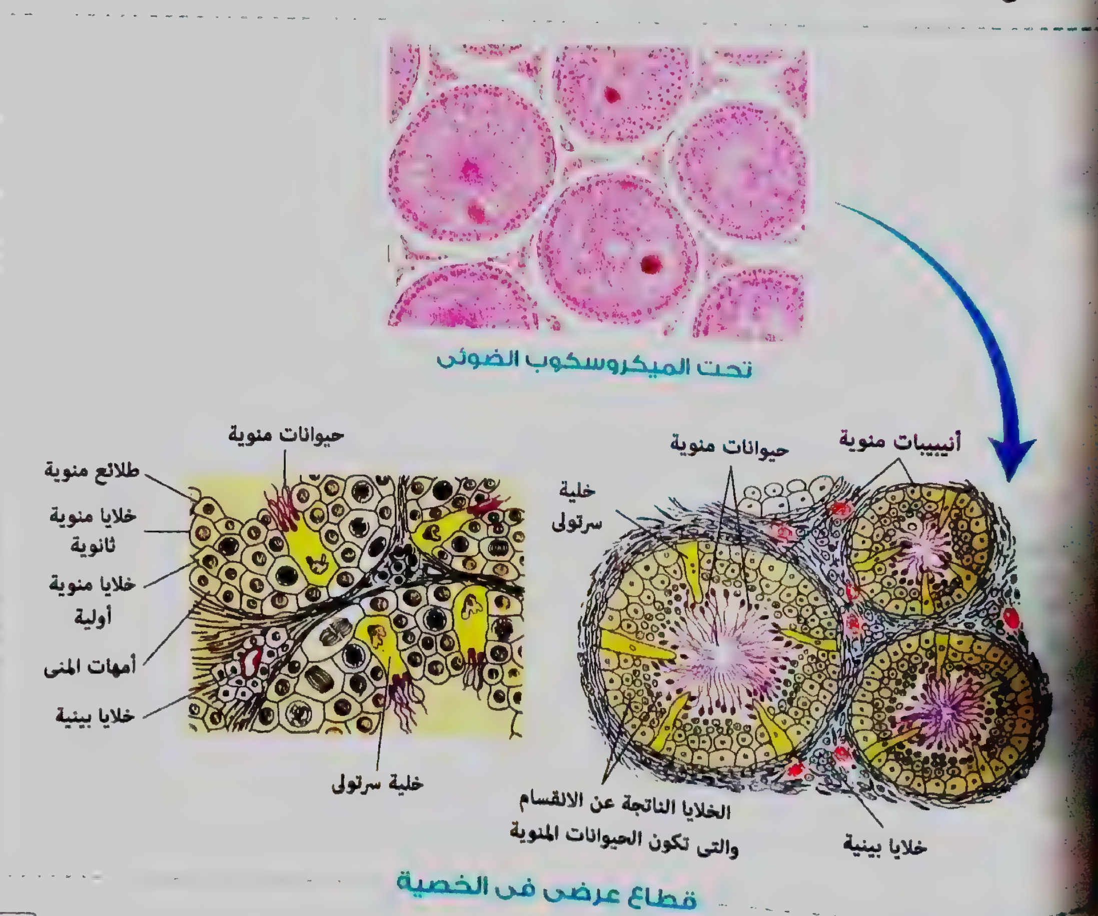
أضف إلى معلوماتك

أطلق على خلايا سرتولى هذا الاسم نسبة إلى العالم الإيطالى (Ennico Sertoli) الذى اكتشفها وقام بوصفها عام ١٨٦٥م.

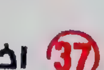
(٢) خلايا سرتولى : تفرز سائل يعمل على تغذية الحيوانات المنوية داخل الخصية كما يُعتقد أن لها وظيفة مناعية أيضًا.

خلايا بينية :

- توجد بين الأنيبيبات المنوية.
- تقوم بإفراز هرمونى التستوستيرون والأندروستيرون اللذان يعملان على ظهور الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ ونمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.



قطاع عرضى فى الخصية



37 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

أى العبارات التالية لا تنطبق على خلايا سرتولى ؟

(أ) تنتج من الانقسام الميوزى لخلايا الأنيبيبات المنوية

(ب) تشترك مع الحوصلتين المنويتين فى تغذية الحيوانات المنوية

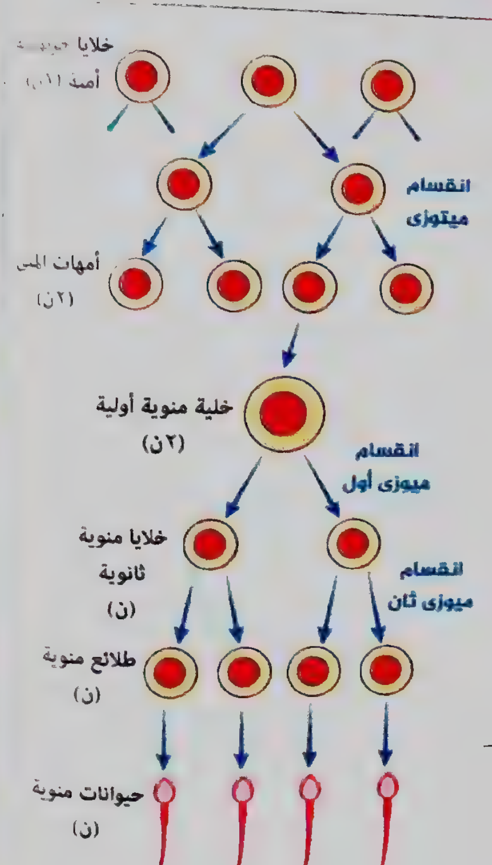
(ج) تتواجد فى خصيتى طفل حديث الولادة

(د) قد تشترك مع الجهاز المناعى فى أداء الوظيفة

مراحل تكوين الحيوانات المنوية

* تمر عملية تكوين الحيوانات المنوية **بأربع** مراحل هامة، وهى كالتالى :

١ مرحلة التضاعف	- يحدث فيها انقسام ميتوزى عدة مرات للخلايا الجرثومية الأمية (٢ن). - ينتج عن هذا الانقسام عدد كبير من الخلايا تسمى أمهات المنى (٢ن).
٢ مرحلة النمو	- تختزن فيها أمهات المنى قدرًا من الغذاء فتتحول إلى خلايا منوية أولية (٢ن).
٣ مرحلة النضج	- يحدث فيها انقسام ميوزى أول للخلايا المنوية الأولية (٢ن) فتعطى خلايا منوية ثانوية (ن) (أى يحدث اختزال فى عدد الصبغيات إلى النصف). - يحدث انقسام ميوزى ثان للخلايا المنوية الثانوية (ن) فتعطى طلائع منوية (ن).
٤ مرحلة التشكل النهائى	- تتحول فيها الطلائع المنوية إلى حيوانات منوية (ن).



Key Points

- عدد الحيوانات المنوية الناتجة من انقسام خلية واحدة من أمهات المنى فى الخصية :

١ خلية من أمهات المنى (٢ن) ← تتحول إلى ← ١ خلية منوية أولية (٢ن) ← انقسام ميوزى أول ← ٢ خلية منوية ثانوية (ن) ← انقسام ميوزى ثان ← ٤ طلائع منوية (ن) ← تتحول إلى ← ٤ حيوانات منوية (ن)

اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكل البيانى المقابل يوضح بعض الخلايا فى خصية ذكر الإنسان، إلى ماذا يشير الحرف (ص) ؟

المجموعة الصبغية
٢ن
ن
الخلايا
س
ص

(أ) خلايا جرثومية أمية
(ب) طلائع منوية
(ج) خلايا منوية أولية
(د) خلايا منوية ثانوية

٢ كم عدد الحيوانات المنوية الناتجة من انقسام ٨ خلايا منوية ثانوية ؟

(أ) ٨ (ب) ١٦ (ج) ٢٤ (د) ٣٢

تركيب الحيوان المنوى

الـرأس :

تحتوى على :

- نــــــواة : بها ٢٣ كروموسوم.
- جسم قمى Acrosome :
  - يوجد فى مقدمة الرأس.
  - يقوم بإفراز إنزيم الهيالويورنيز الذى يعمل على إذابة جزء من غلاف البويضة مما يسهل عملية اختراق الحيوان المنوى للبويضة.

العنـــق :

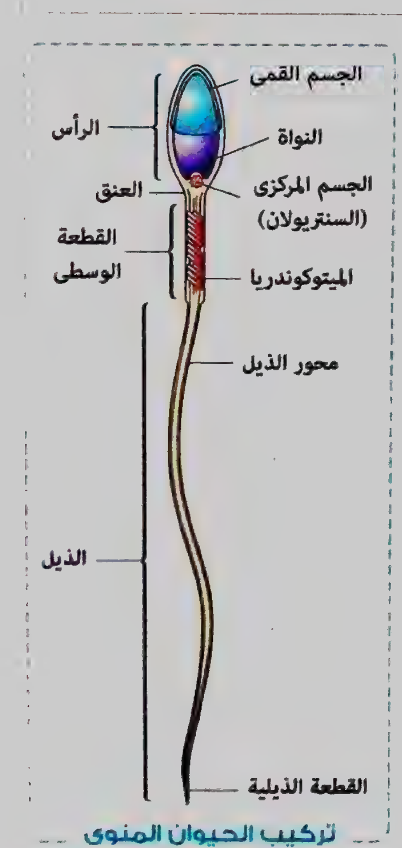
يحتوى على سنتريولين يلعبان دورًا فى انقسام البويضة المخصبة.

القطعة الوسطى :

تحتوى على ميتوكوندريا تكسب الحيوان المنوى الطاقة اللازمة لحركته.

الذيـل :

- يتكون من محور ينتهى بقطعة ذيلية.
- يساعد على حركة الحيوان المنوى.



تركيب الحيوان المنوى

مجاب عنها

39 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكل المقابل يوضح منظر جانبى للجهاز التناسلى الذكرى، ادرسه ثم أجب :

(١) يحدث التباين فى الصفات الوراثية للأبناء إذا حدث تباين فى المعلومات الوراثية الموجودة فى أنوية بعض الخلايا المتكونة فى التركيب ....

Ⓐ س   Ⓑ ص

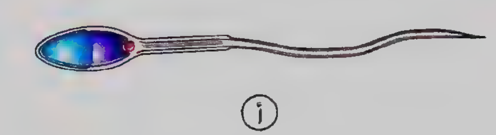
Ⓒ ع   Ⓓ ل

(أ) س — (ب) ص — (ج) ع — (د) ل

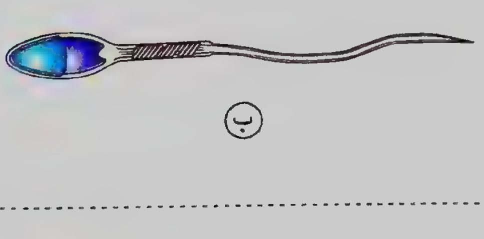
(٢) تغذية الحيوانات المنوية خلال رحلتها فى الجهاز التناسلى للأنثى يعتمد على إفرازات التركيب ....

(أ) س — (ب) ص — (ج) ل — (د) ع

٢ أى أشكال الحيوانات المنوية التالية صالح للإخصاب وتكوين جنين فى الحالات الطبيعية ؟



(أ)



(ب)

(ج)

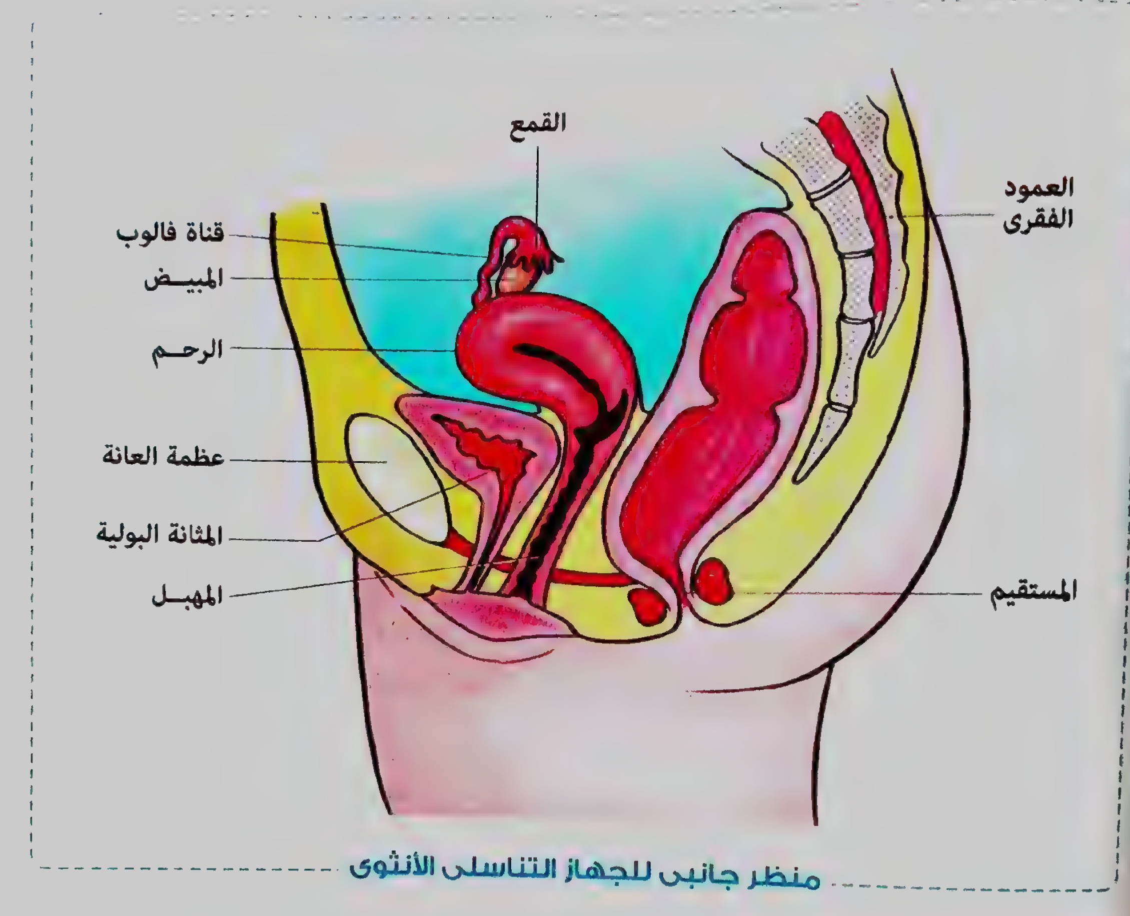
(د)

٣ أى مما يلى من خصائص الحيوانات المنوية التى تصل إلى الجهاز التناسلى للأنثى ؟

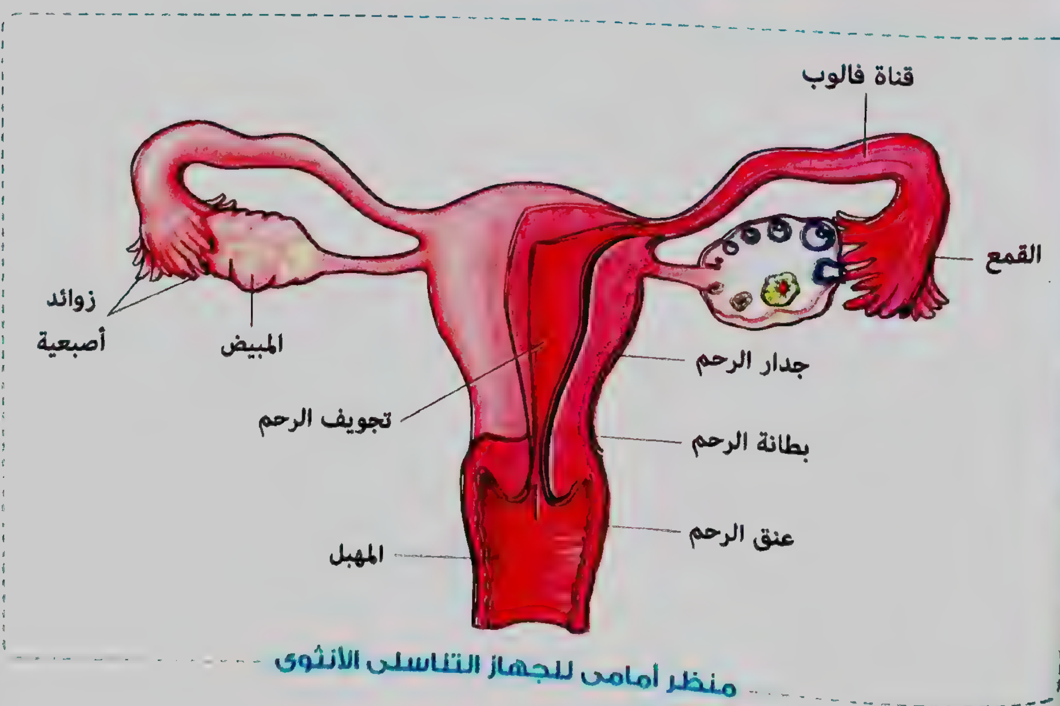
(أ) تتنفس وتتحرك — (ب) تنمو وتتحرك

(ج) تتحرك فقط — (د) تتغذى وتتنمو

الجهاز التناسلى الأنثوى



منظر جانبى للجهاز التناسلى الأنثوى



منظر أمامى للجهاز التناسلى الأنثوى

* **الموقـــع :**

تتجمع أعضاء الجهاز التناسلى الأنثوى فى منطقة الحوض خلف المثانة، وتكون هذه الأعضاء مثبتة فى مكانها بأربطة مرنة تسمح لها بالتمدد أثناء الحمل بالجنين.

* **الوظيفـة :**

١ إنتاج البويضات.
٢ إنتاج هرمونات الأنوثة.
٣ تهيئة مكان آمن لإتمام عملية إخصاب البويضة.
٤ إيواء الجنين حتى الولادة.

* **التركيـب :** يتركب الجهاز التناسلى الأنثوى للإنسان من :

١ المبيضان

- يوجدان على جانبى تجويف الحوض.
- يأخذ المبيض شكل بيضاوى فى حجم اللوزة المقشورة.
- يحتـوى المبيـض أثناء الطفولة على عـدة **آلاف من البويضات** فى مراحل نمو مختلفة، تنضج منهـا حوالـى ٤٠٠ **بويضة** فقط بعد البلوغ وخلال سـنوات الخصوبة التـى يمكن أن يحدث بها الإنجاب (التى تسـتمر حوالى ٣٠ سـنة بعد البلوغ) وذلك بمعدل بويضة واحدة من أحد المبيضين بالتبادل مع الآخر شهريًا.
- **أهمية المبيض :**
  - إنتاج البويضات.
  - إفراز هرمونات البلوغ وهرمونات تنظيم دورة الطمث وتكوين الجنين.

٢ قناتى فالوب

- تفتح كل قناة بواسطة قمع :
  - يقع مباشرةً أمام المبيض لضمان سقوط البويضات فى قناة فالوب.
  - به زوائد أصبعية تعمل على التقاط البويضة.
- تبطن كل قناة بأهداب تعمل على توجيه البويضات المخصبة نحو الرحم.

٣ الرحـــم

- كيس عضلى مـرن يوجد بـين عظـام الحـوض ومــزود بجدار عضلـى سـميك قــوى.
- يبطن بغشاء غدى.
- ينتهى بعنق يفتح فى المهبل.
- يتم بداخله تكوين الجنين وذلك لمدة تسعة أشهر.

٤ المهبل

- قناة عضلية يصل طولها إلى حوالى ٧ سم، تبدأ من عنق الرحم وتنتهى بالفتحة التناسلية.
- يبطن المهبل بغشاء يفرز سائل مخاطى يعمل على ترطيب المهبل.
- يحوى المهبل ثنيات تسمح بتمدده خاصةً أثناء خروج الجنين.

ملحوظة

تتغير حالة الجهاز التناسلى للأنثى بصفة دورية بعد البلوغ عند عمر (١٢ : ١٥سنة) تبعًا لنشاط المبيض والرحم وما يرتبط بهما من إخصاب وحمل، أو عدم حدوث حمل ونزول النزيف الشهرى (الطمث) وعندما تبلغ الأنثى عمر (٤٥ : ٥٠ سنة) يتوقف نشاط المبيضين فتقل الهرمونات وتتكمش بطانة الرحم ويتوقف حدوث الطمث.

اختبر نفسك

مجاب عنها

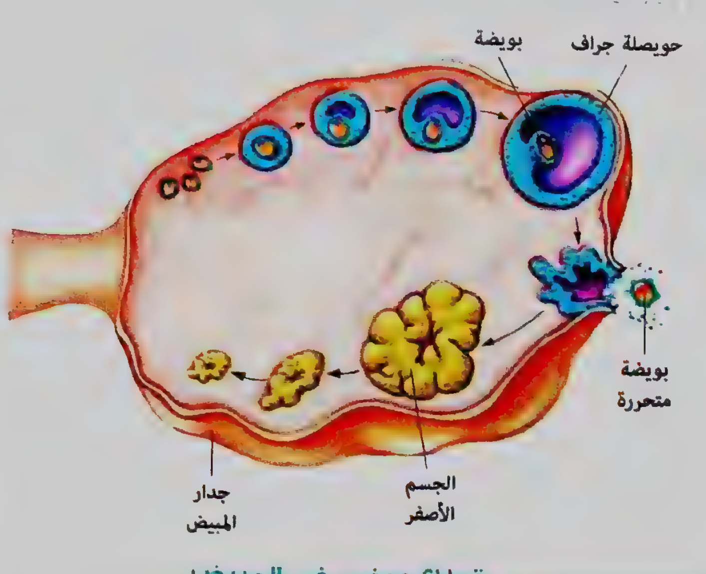
اختر : فى الشكل المقابل، أى مما يلى **ليس** من أجزاء الجهاز التناسلى فى أنثى الإنسان ؟

س ص ل ع

Ⓐ س
Ⓑ ص
Ⓒ ل
Ⓓ ص ، ع

• **التركيب المجهرى للمبيض :** من خلال دراسة قطاع عرضى فى المبيض، **يتضح أن :**

- المبيض يتكون من مجموعة من الخلايا فى مراحل نمو مختلفة.
- البويضة تكون داخل حويصلة جراف.
- حويصلة جراف تتحول إلى جسم أصفر بعد تحرر البويضة منها.



قطاع عرضى فى المبيض

مراحل تكوين البويضة

* تمر عملية تكوين البويضة بثلاث مراحل هامة، وهى كالتالى :

١ مرحلة التضاعف

- تتم هذه المرحلة أثناء التكوين الجنينى للأنثى، حيث :
  - يحدث **انقسام ميتوزى** للخلايا الجرثومية الأمية (٢ن).
  - ينتج عن هذا الانقسام تكوُّن خلايا تسمى **أمهات البيض (٢ن)**.

٢ مرحلة النمو

- تتم هذه المرحلة أيضًا أثناء التكوين الجنينى للأنثى، حيث :
  تختزن أمهات البيض (٢ن) قدرًا من الغذاء، فتكبر فى الحجم، وتتحول إلى **خلايا بيضية أولية (٢ن)**.

- يحدث **انقسام ميوزى أول** للخلية البيضية الأولية (٢ن)، فتعطى :
  - **خلية بيضية ثانوية (ن)**.
  - **جسم قطبى (ن)**.

  وتكون الخلية البيضية الثانوية أكبر من الجسم القطبى لاحتوائها على الغذاء المدخر.

مرحلة النضج

- يحدث **انقسام ميوزى ثانٍ** للخلية البيضية الثانوية (ن)، فتعطى :
  - **بويضة (ن)**.
  - **جسم قطبى (ن)**.

ويحدث فى قناة فالوب الانقسام الميوزى الثانى لحظة دخول الحيوان المنوى داخل البويضة لإتمام عملية الإخصاب (أى أنه انقسام مؤجل أو مشروط).

- قد يحدث **انقسام ميوزى ثانٍ** للجسم القطبى (ن)، فيعطى : **جسمان قطبيان**، (بذلك تكون المحصلة ثلاثة أجسام قطبية).

خلية جرثومية أمية (٢ن)
انقسام ميتوزى
أمهات البيض (٢ن)
خلية بيضية أولية (٢ن)
انقسام ميوزى أول
خلية بيضية ثانوية (ن)
جسم قطبى (ن)
انقسام ميوزى ثان
بويضة (ن)
٣ أجسام قطبية (ن)

Key Points

• عدد البويضات الناتجة من انقسام خلية واحدة من أمهات البيض فى مبيض أنثى الإنسان :

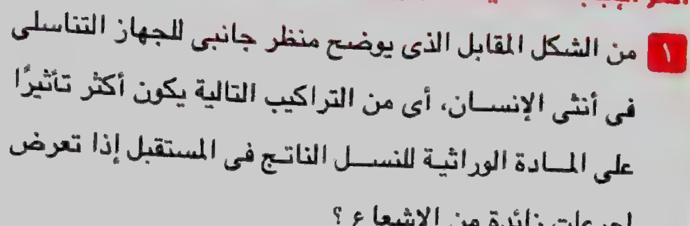
١ خلية من أمهات البيض (٢ن) ← تتحول إلى ← ١ خلية بيضية أولية (٢ن) ← انقسام ميوزى أول ←
- ١ خلية بيضية ثانوية (ن) ← انقسام ميوزى ثان (لحظة الإخصاب) ← ١ بويضة (ن) + ١ جسم قطبى (ن)
- ١ جسم قطبى (ن) ← قد يحدث له انقسام ميوزى ثان ← ٢ جسم قطبى (ن)

★ مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :

مراحل تكوين الحيوانات المنوية	مراحل تكوين البويضة
تتضمن ٤ مراحل : التضاعف و النمو و النضج و التشكل النهائى.	تتضمن ٣ مراحل : التضاعف و النمو و النضج.
تتم كل المراحل داخل خصية الذكر.	تتم كل المراحل داخل مبيض الأنثى فيماعدا الانقسام الميوزى الثانى أثناء مرحلة النضج يتم فى قناة فالوب.
عملية مستمرة تحدث منذ البلوغ حتى الوفاة.	تحدث مرحلتا التضاعف والنمو أثناء التكوين الجنينى وبقية المراحل أثناء فترة الخصوبة (من البلوغ حتى توقف الدورة الشهرية).
تختزن أمهات المنى (٢ن) قدرًا من الغذاء وتتحول إلى خلايا منوية أولية (٢ن).	تختزن أمهات البيض (٢ن) قدرًا من الغذاء وتتحول إلى خلايا بيضية أولية (٢ن).
تنقسم الخلية المنوية الأولية (٢ن) انقسام ميوزى أول لتعطى خليتين منويتين ثانويتين (ن).	تنقسم الخلية البيضية الأولية (٢ن) انقسام ميوزى أول لتعطى خلية بيضية ثانوية (ن) وجسم قطبى (ن).
تنقسم الخلية المنوية الثانوية (ن) انقسام ميوزى ثانى لتعطى طليعتين منويتين (ن).	تنقسم الخلية البيضية الثانوية (ن) انقسام ميوزى ثانى لتعطى بويضة (ن) وجسم قطبى (ن) (لحظة الإخصاب).
تتشكل كل طليعة منوية إلى حيوان منوى فيكون عدد الحيوانات المنوية الناتج عن خلية واحدة من أمهات المنى ٤ حيوانات منوية.	لا يحدث تشكل نهائى ويكون عدد البويضات الناتج عن خلية واحدة من أمهات البيض بويضة واحدة.

41 اختبـر نفسـك

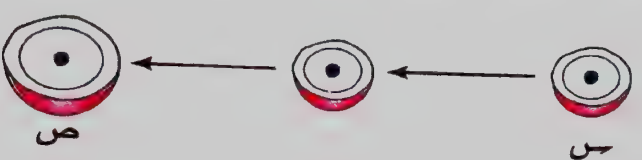
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



١ من الشكل المقابل الذى يوضح منظر جانبى للجهاز التناسلى فى أنثى الإنســان، أى من التراكيب التالية يكون أكثر تأثيرًا على المـادة الوراثيـة للنســل النـاتـج فى المستقبل إذا تعرض لجرعات زائدة من الإشعاع ؟

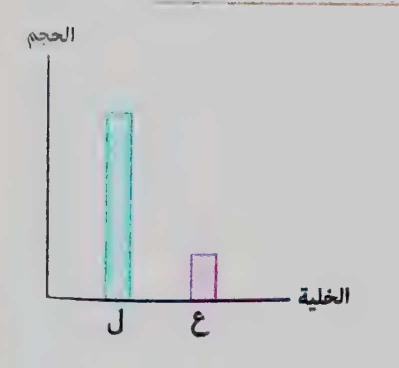
Ⓐ (س) فقط
Ⓑ (ع) فقط
Ⓒ (س) ، (ع)
Ⓓ (ص) ، (ل)

٢ المخطط التالى يمثل بعض الخلايا فى مبيض جنين أنثى الإنسان :



ماذا تمثل كل من الخلايا (س) ، (ص) على الترتيب ؟

Ⓐ جرثومية أمية / أمهات البيض
Ⓑ أمهات البيض / بيضية أولية
Ⓒ جرثومية أمية / بيضية أولية
Ⓓ بيضية أولية / أمهات البيض



٣ من الشـكل المقابـل الذى يوضح حجم بعـض الخلايا الناتجة فى مرحلة من إحدى مراحل تكوين البويضة فى مبيض أنثى الإنسان، إلى ماذا يشير الحرف (ل) ؟

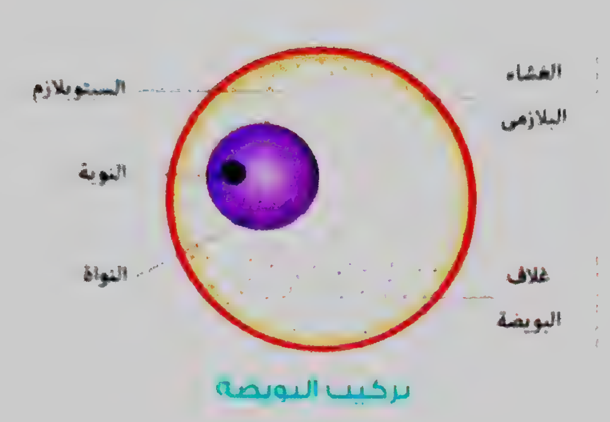
Ⓐ خلية بيضية أولية
Ⓑ خلية بيضية ثانوية
Ⓒ أمهات البيض
Ⓓ خلية جرثومية أمية

٤ كم عدد الخلايا البيضية الثانوية الناتج من انقسام ١٠ خلايا من أمهات البيض ؟

Ⓐ ٢
Ⓑ ٥
Ⓒ ١٠
Ⓓ ٢٠

تركيب البويضة

- تحتوى البويضة على سيتوبلازم ونواة.
- تغلف بطبقة رقيقة متماسكة بفعل حمض الهيالويورنيك لذا تحتاج عملية اختراق البويضة لملايين من الحيوانات المنوية حيث تعمل إنزيمات الجسم القمى للحيوانات المنوية (إنزيم الهيالويورنيز) على إذابة غلاف البويضة عند موضع الاختراق.



تركيب البويضة

دورة التزاوج Breeding Cycle

دورة التزاوج

فترات معينة فى حياة الثدييات المشيمية ينشط فيها المبيض فى الأنثى البالغة بصفة دورية منتظمة، وتتزامن هذه الفترات مع وظيفة التزاوج والإنجاب.

- تختلف مدة دورة التزاوج فى الثدييات المختلفة، فقد تكون :

سنوية	نصف سنوية	شهرية
كما فى الأسود والنمور	كما فى القطط والكلاب	كما فى الأرانب والفئران

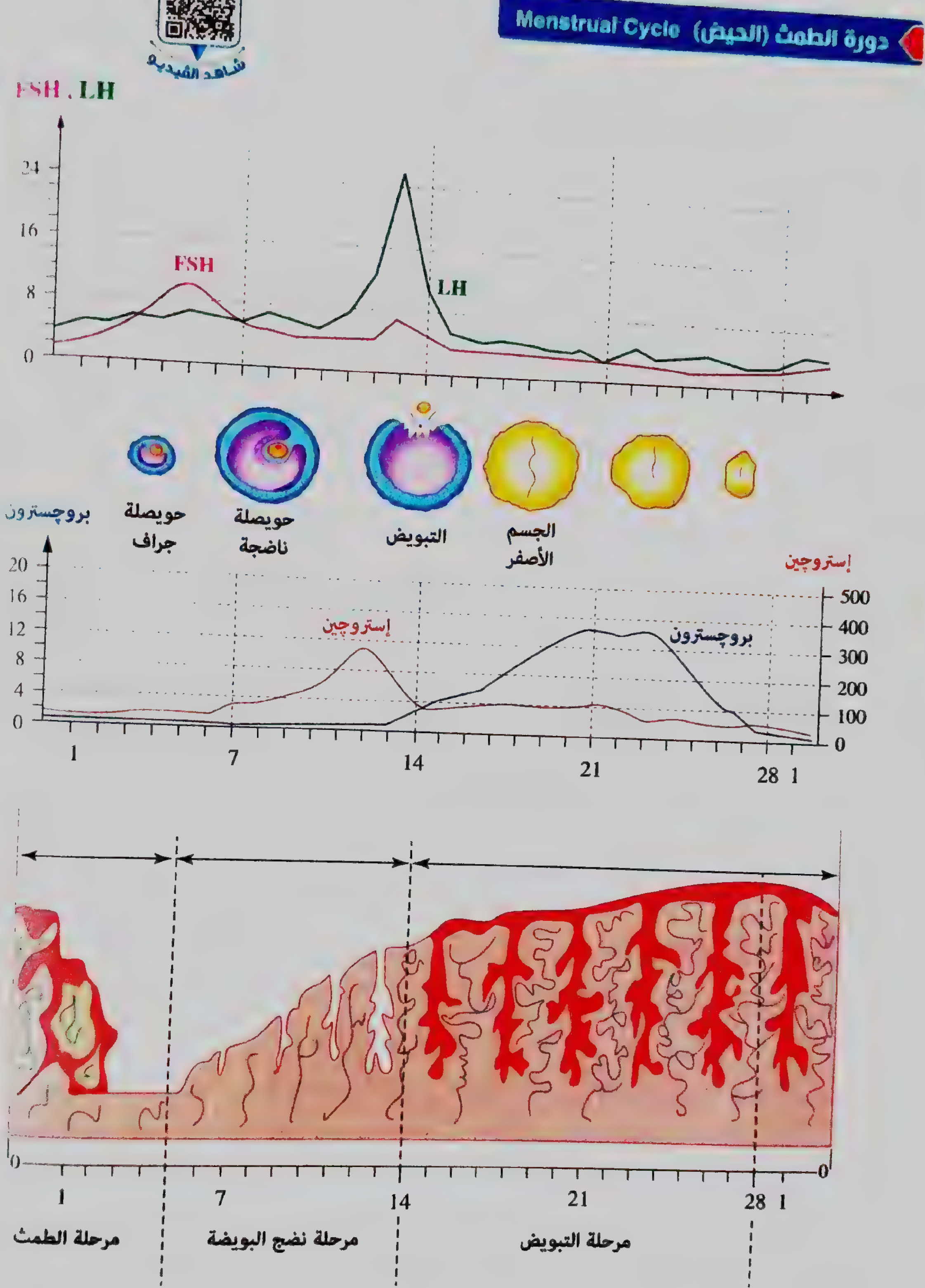
- تعرف الفترة التى ينشط فيها المبيض فى أنثى الإنسان بالدورة الشهرية (دورة الطمث)، ومدتها ٢٨ يوم حيث يتبادل المبيضان فى إنتاج البويضات.

Key Points

- تتغير درجة حرارة جسم أنثى الإنسان أثناء دورة الطمث بسبب التغير فى تركيز هرمونات الدم، وتسجل أقل درجة حرارة أثناء التبويض (فى اليوم الرابع عشر من بداية الطمث).
- متوسط عدد البويضات الناضجة التى تنتجها أنثى الإنسان خلال فترة الخصوبة (الفترة من سن البلوغ حتى سن انقطاع الطمث) = عدد سنوات الخصوبة × ١٣

دورة الطمث (الحيض) Menstrual Cycle

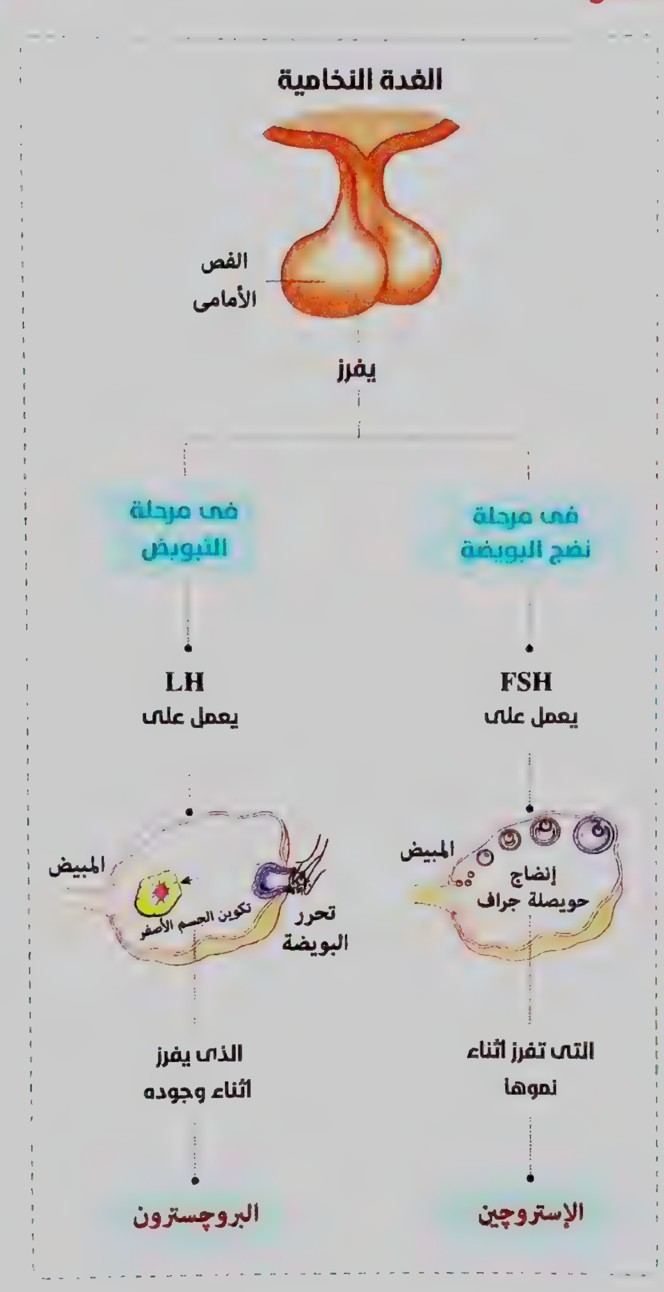
شاهد الفيديو



تنقسم دورة الطمث (الحيض) إلى ثلاث مراحل، كالتالى :

١ مرحلة نضج البويضة

- يفرز الفص الأمامى للغدة النخامية هرمون التحوصل (FSH) الذى يحفز المبيض لإنضاج حويصلة جراف المحتوية على البويضة.
- يستغرق نمو حويصلة جراف حوالى عشرة أيام.
- تفرز حويصلة جراف أثناء نموها هرمون الإستروجين الذى يعمل على إنماء بطانة الرحم.



٢ مرحلة التبويض

- تبدأ هذه المرحلة عندما يفرز الفص الأمامى للغدة النخامية الهرمون المصفر (LH) (فى اليوم الرابع عشر من بدء الطمث) الذى يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف.
- يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون الذى يعمل على زيادة سُمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموى بها (لإعداد الرحم لاستقبال الجنين) ويستمر هذا الطور حوالى ١٤ يوم.

٣ مرحلة الطمث

تتم هذه المرحلة فى حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة، حيث :

يبدأ الجسم الأصفر فى الضمور التدريجى ويقل إفراز هرمون البروجسترون، مما يؤدى إلى :

- تهدم بطانة الرحم وتمزق الشعيرات الدموية بسبب انقباضات الرحم.
- خروج الدم الذى يعرف بـ «الطمث» مستغرقًا من ٣ : ٥ أيام وتبدأ دورة جديدة للمبيض الآخر.

- **فى حالة حدوث إخصاب للبويضة :**

- يبقى الجسم الأصفر ليفرز هرمون البروچسترون مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.
- يصل الجسم الأصفر لأقصى نموه فى نهاية **الشهر الثالث** للحمل.
- يبدأ الجسم الأصفر فى الانكماش، فى **الشهر الرابع** للحمل وذلك حينما تكون المشيمة قد تقدم نموها فى الرحم وتصبح قادرة على إفراز هرمون البروچسترون فتحل محل الجسم الأصفر فى إفراز هذا الهرمون الذى ... الغدد الثديية على النمو التدريجى.

ملحوظة

تحل المشيمة فى **الشهر الرابع** محل الجسم الأصفر فى إفرازه لهرمون البروچسترون، لذا فإن تحلل الجسم الأصفر قبل الشهر الرابع (أى قبل اكتمال نمو المشيمة) يؤدى إلى الإجهاض.

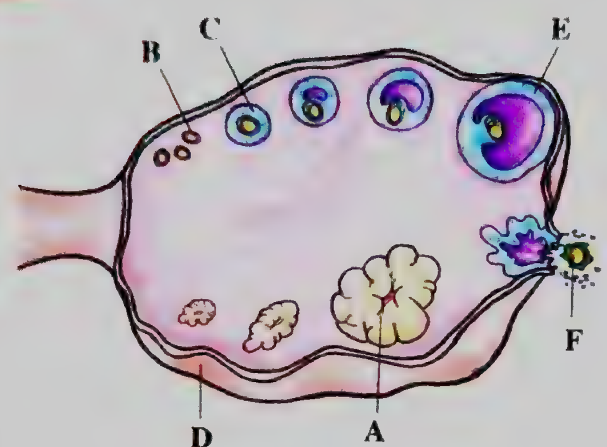
Key Points

• عدد الكروموسومات فى نواة الحيوان المنوى.	٢٣ كروموسوم
• عدد البويضات التى تنضج خلال سنوات الخصوبة فى أنثى الإنسان.	حوالى ٤٠٠ بويضة
• سنوات الخصوبة التى يمكن أن يحدث بها الإنجاب فى أنثى الإنسان.	حوالى ٣٠ سنة بعد البلوغ
• السن الذى يتوقف فيه نشاط المبيضين ويتوقف حدوث الطمث عند أنثى الإنسان.	من ٤٥ : ٥٠ سنة
• مدة الفترة التى ينشط فيها المبيض فى أنثى الإنسان بصفة دورية. • مدة دورة الطمث فى أنثى الإنسان.	٢٨ يوم
• المدة التى يستغرقها نمو حويصلة جراف فى مبيض أنثى الإنسان.	حوالى ١٠ أيام
• المدة التى تستغرقها مرحلة الطمث فى أنثى الإنسان.	من ٣ : ٥ أيام
• توقيت إفراز هرمون LH (الهرمون المصفر) من الفص الأمامى للغدة النخامية فى أنثى الإنسان. • انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر. • حدوث التبويض فى أنثى الإنسان.	اليوم الـ ١٤ من بدء الطمث
• وصول الجسم الأصفر لأقصى نموه فى أنثى الإنسان الحامل.	نهاية الشهر الثالث من الحمل
• بدء انكماش الجسم الأصفر وتقدم نمو المشيمة فى أنثى الإنسان الحامل.	الشهر الرابع من الحمل

مجاب عنها

اختبر نفسك

الشكل المقابل يوضح قطاع عرضي في مبيض أنثى الإنسان، **ادرسه ثم اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :**



١ أى من الاختيارات التالية يمثل الترتيب الصحيح لتطور التراكيب المشار إليها بحروف ؟

Ⓐ B → C → D → E → F → A

Ⓑ A → D → C → B → F → E

Ⓒ A → F → E → C → B → D

Ⓓ F → E → C → B → A → D

٢ أى التراكيب الآتية أحادى المجموعة الصبغية ؟

Ⓐ F

Ⓑ D

Ⓒ B

Ⓓ A

٣ إذا علمت أن التركيب (B) قد تحلل فى الشهر الثانى من الحمل، ما تأثير ذلك ؟

Ⓐ يؤدى إلى حدوث الإجهاض بسبب توقف إفراز هرمون البروچسترون

Ⓑ يؤدى إلى حدوث الإجهاض بسبب توقف إفراز هرمون الإستروچين

Ⓒ لا يؤثر على الحمل

Ⓓ يحفز نمو المشيمة

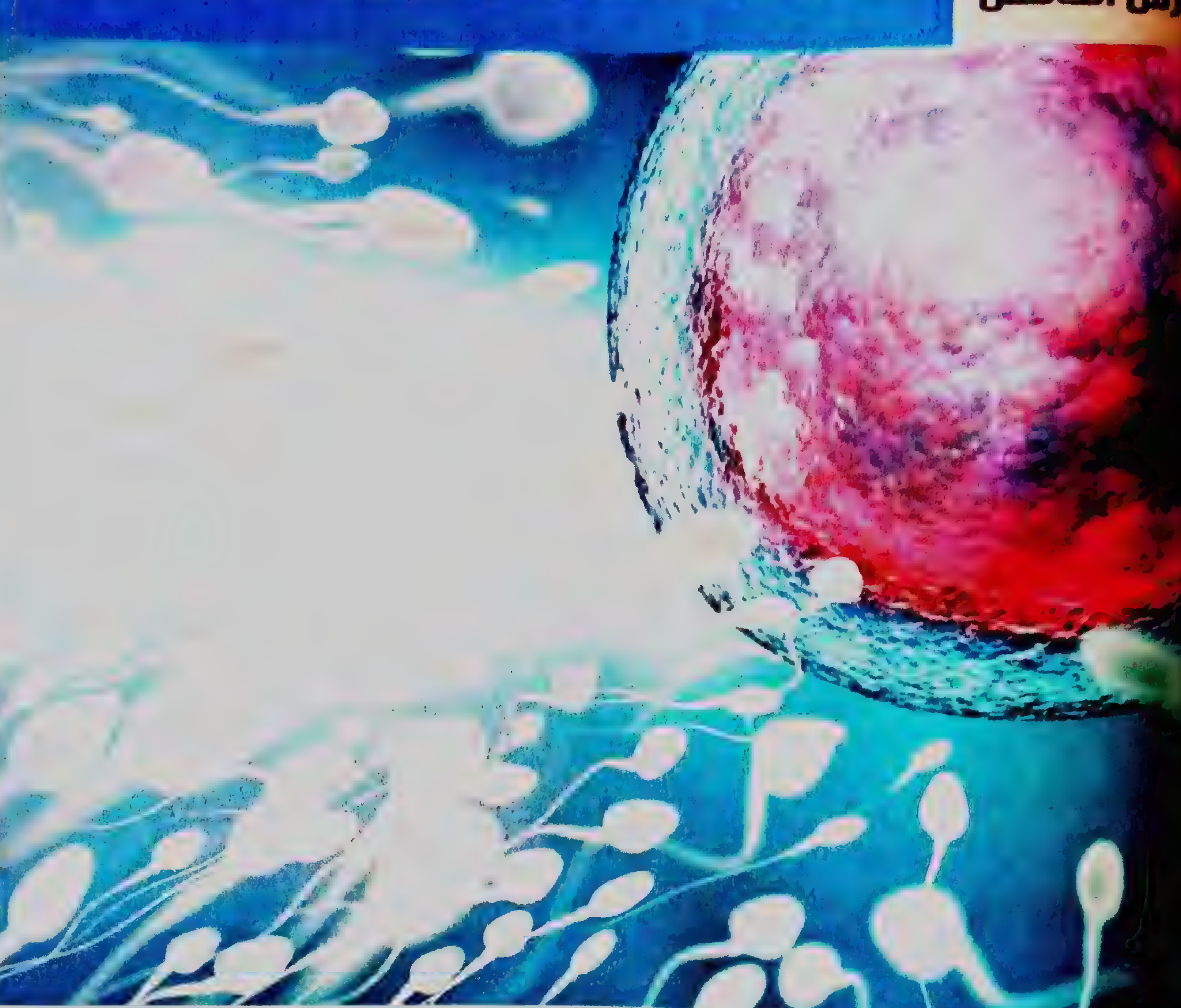
★ مما سبق يمكن تلخيص بعض التراكيب أحادية وثنائية المجموعة الصبغية فى الكائنات الحية :

التركيب	المجموعة الصبغية	التركيب	المجموعة الصبغية
* الخلايا الجسدية فى ذكور نحل العسل	(ن)	* خلايا طحلب الأسبيروجيرا	(ن)
* الأسبوروزويتات فى بلازموديوم الملاريا	(ن)	* الميروزويتات فى بلازموديوم الملاريا	(ن)
* الأطوار المشيجية لبلازموديوم الملاريا	(ن)	* كيس البيض لبلازموديوم الملاريا	(ن)
* الأمشاج (المذكرة والمؤنثة)	(ن)	* الجرثومة	(ن)
* الطور المشيجى لنبات الفوجير	(ن)	* السابحات المهدبة فى نبات الفوجير	(ن)
* الأنثريديا فى نبات الفوجير	(ن)	* الأرشيجونيا فى نبات الفوجير	(ن)
* الجراثيم الصغيرة فى متك الزهرة	(ن)	* النواة الذكرية لحبة اللقاح	(ن)
* نواة الكيس الجنينى (النواة القطبية)	(ن)	* نواة خلية البيضة	(ن)
* الخلايا المنوية الثانوية	(ن)	* الطلائع المنوية	(ن)
* الحيوان المنوى	(ن)	* الخلية البيضية الثانوية	(ن)
* البويضة	(ن)	* الجسم القطبى	(ن)
* الخلايا الجسدية فى إناث نحل العسل (الملكة والشغالات)	(٢ن)	* الخلايا الجسدية فى حشرة المن	(٢ن)
* اللاقحة (الزيجوت)	(٢ن)	* اللاقحة الجرثومية (الزيجوسبور) فى طحلب الأسبيروجيرا	(٢ن)
* الطور الحركى لبلازموديوم الملاريا	(٢ن)	* الطور الجرثومى لنبات الفوجير	(٢ن)
* الخلايا الجرثومية فى نبات الفوجير	(٢ن)	* الخلية الجرثومية الأمية	(٢ن)
* أمهات المنى	(٢ن)	* الخلايا المنوية الأولية	(٢ن)
* أمهات البيض	(٢ن)	* الخلية البيضية الأولية	(٢ن)

الفصل 3

الدرس الخامس

تابع التكاثر فى الإنسان



رجات التعلم :

نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- رف كيف يحيا الجنين داخل الرحم ومراحل تكوينه ونموه.
- شف كيف تحدث ظاهرة التوائم وأنواعها.
- رف كل من وسائل منع الحمل ووسائل علاج العقم.
- رف كيفية إخصاب البويضة خارج الجسم (أطفال الأنابيب).
- ر جهود العلماء فى التقدم التكنولوجى المرتبط بعملية التكاثر.
- ر عظمة الخالق فى توالد الأجيال لتستمر الحياة على سطح الأرض.

الإخصــاب

- **الإخصاب**
اندماج المشيج المذكر (الحيوان المنوى) مع المشيج المؤنث (البويضة) لتكوين الزيجوت (اللاقحة) الذى ينقسم مكونًا الجنين.

* تتحرر البويضة فى اليوم الرابع عشر من بدء الطمث وتكون جاهزة للإخصاب فى خلال يومين.
* يخرج من الرجل فى كل مرة تزاوج من ٣٠٠ : ٥٠٠ مليون حيوان منوى يُفقد الكثير منها أثناء رحلتها إلى البويضة.
* تبقى الحيوانات المنوية حية داخل الجهاز التناسلى للأنثى من ٢ : ٣ يوم.
* تشترك الحيوانات المنوية معًا فى إفراز إنزيم **الهيالويورنيز** الذى يذيب جزء من غلاف البويضة الذى يتماسك بواسطة حمض **الهيالويورنيك**.

نواة البويضة
غلاف البويضة
حيوان منوى نجح فى اختراق البويضة

عملية إخصاب البويضة

* يتم إخصاب البويضة فى الثلث الأول من قناة فالوب حيث يدخل البويضة رأس وعنق حيوان منوى واحد تاركًا القطعة الوسطى والذيل خارجًا.
* تحيط البويضة نفسها بغلاف يمنع دخول أى حيوان منوى آخر بعد الإخصاب.

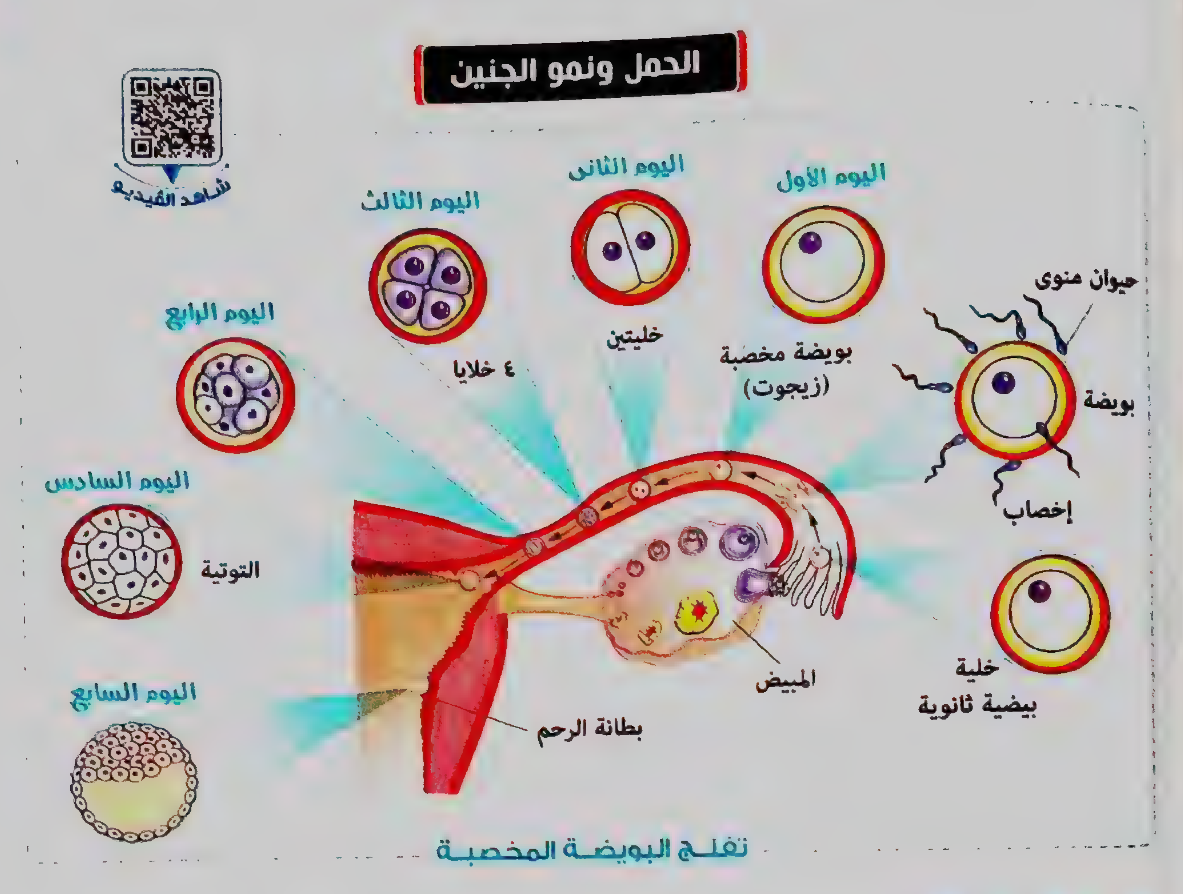
أضف إلى معلوماتك

يرث الجنين الميتوكوندريا من الأم وليس من الأب، لأنه عند الإخصاب يدخل رأس وعنق الحيوان المنوى فقط ولا تدخل القطعة الوسطى المحتوية على الميتوكوندريا، بينما البويضة هى التى تحتوى على الميتوكوندريا.

ملحوظة

قد يُعتبر الرجل عقيمًا إذا كان عدد الحيوانات المنوية أقل من ٢٠ مليون (فى كل مرة تزاوج) ذلك لأنه يُفقد الكثير منها أثناء رحلتها إلى البويضة كما أنه يلزم لإذابة غلاف البويضة المتماسك بفعل حمض الهيالويورنيك عدد هائل من الحيوانات المنوية.

الحمل ونمو الجنين



تفلج البويضة المخصبة

* **بعد يوم واحد من الإخصاب :** تنقسم اللاقحة (الزيجوت) فى بداية قناة فالوب **ميتوزيًا** إلى خليتين (فلجتين).
* **بعد يومين :** تتضاعف الخليتين ميتوزيًا إلى أربع خلايا.
* يتكرر الانقسام الميتوزى حتى تتكون كتلة من الخلايا الصغيرة تسمى **«التوتية Morula»**، التى تهبط بواسطة دفع أهداب قناة فالوب لها، حتى تصل إلى الرحم وينغمس التركيب الذى يلى التوتية بين ثنايا بطانة الرحم السميكة **فى نهاية الأسبوع الأول.**

ملحوظة

تتميز بطانة الرحم بالإمداد الدموى اللازم لتكوين الجنين طوال أشهر الحمل التسعة.

Key Points

* أعلى فرصة لحدوث إخصاب للبويضة فى أنثى الإنسان عند حدوث التزاوج فى الفترة من اليوم ١٢ : ١٦ من بداية الطمث.

اختبر نفسك

مجاب عنها

أنثر : يختلف الزيجوت عن البويضة الناضجة فى أنه ....

ⓐ يحتوى على كروموسومات أكثر
ⓑ أصغر حجمًا
ⓙ يتكون من أكثر من خلية
ⓓ ينقسم ميوزيًا

* يتزايد نمو الجنين داخل الرحم ويتدرج بناء الأنسجة وتكوين الأعضاء وينشأ حول الجنين أغشية تسمى «الأغشية الجنينية».

الأغشية الجنينية

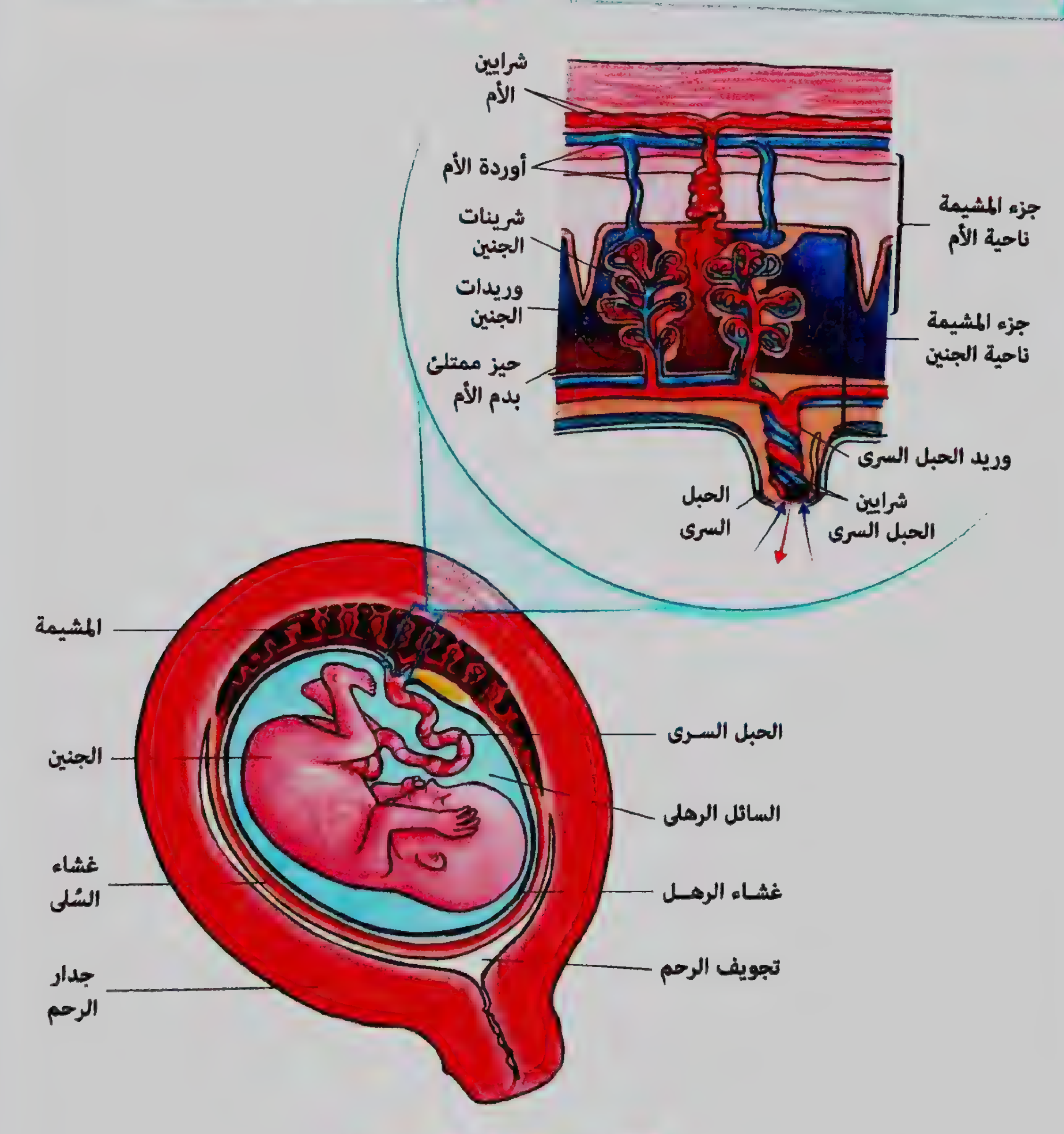
* تشمل الأغشية الجنينية غشاءان، الداخلى هو «الرهل Amnion» والخارجى هو «السُلى Chorion».

• غشاء الرهل (أمنيون)

غشاء يحيط بالجنين ويحتوى على سائل يحمى الجنين من الجفاف ويساعده على تحمل الصدمات.

• غشاء السُلى (كوريون)

غشاء يحيط بغشاء الرهل ويعمل على حماية الجنين.



الجنين والأغشية الجنينية

• يخرج من غشاء السُّلى بروزات أو خملات أصبعية الشكل تنغمس داخل بطانة الرحم وتتلامس فيها الشعيرات الدموية لكل من الجنين والأم وتسمى «المشيمة».

• أهمية المشيمة :

- نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسچين والڤيتامينات من دم الأم إلى دم الجنين بالانتشار.
- تخلص الجنين من المواد الإخراجية.
- تفرز هرمون البروچسترون بدءًا من الشهر الرابع للحمل وذلك بعد ضمور الجسم الأصفر وهكذا تصبح المشيمة هى مصدر إفراز البروچسترون.
- تفرز هرمون الريلاكسين الذى يزداد إفرازه عند نهاية فترة الحمل ليعمل على ارتخاء الارتفاق العانى لتسهيل عملية الولادة.

ملاحظات

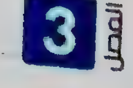
(١) يحدث تبادل للمواد بين دم الأم ودم الجنين عبر المشيمة دون أن يختلط دماءهما معًا.

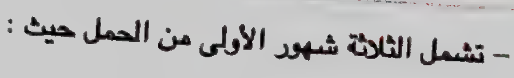
(٢) تقوم المشيمة بنقل العقاقير وكذلك المواد الضارة، مثل الكحول والنيكوتين والڤيروسات من دم الأم إلى الجنين مما يسبب له أضرارًا بالغة وتشوهات وأمراض.

• يتصل الجنين بالمشيمة بواسطة نسيج غنى بالشعيرات الدموية يسمى «الحبل السرى **Umbilical Cord**» الذى يصل طوله حوالى ٧٠ سم، ليسمح بحرية حركة الجنين.

• أهمية الحبل السرى :

- نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسچين والڤيتامينات والأملاح من المشيمة إلى الدورة الدموية للجنين.
- نقل المواد الإخراجية وثانى أكسيد الكربون من الدورة الدموية للجنين إلى المشيمة.

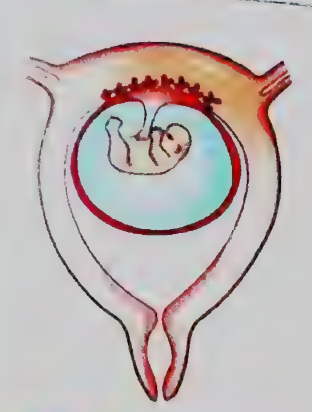




* تنقسم فترة تكوين الجنين الى ثلاث مراحل كالتالى :

١ المرحلة الأولى

- تشمل الثلاثة شهور الأولى من الحمل حيث :
  - يبدأ تكوين الجهاز العصبى والقلب (فى الشهر الأول).
  - تتميز العينان واليدان.
  - يتميز الذكر عن الأنثى إذ تتكون الخصيتان فى الأسبوع السادس ويتكون المبيضان فى الأسبوع الثانى عشر.
  - يصبح للجنين القدرة على الاستجابة.



جنين عمره ٣ شهور

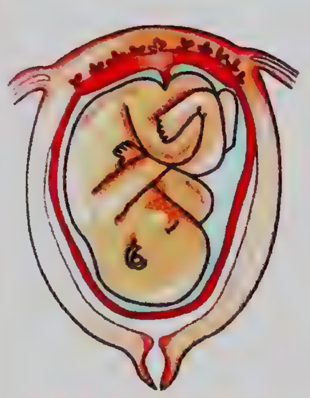
المرحلة الثانية

- تشمل الثلاثة شهور الوسطى حيث :
  - يكتمل نمو القلب إذ تُسمع دقاته.
  - يتكون الجهاز العظمى.
  - تكتمل أعضاء الحس.
  - يزداد نمو الجنين فى الحجم.

جنين عمره ٦ شهور

المرحلة الثالثة

- تشمل الثلاثة شهور الأخيرة حيث :
  - يكتمل نمو المخ.
  - يستكمل نمو باقى الأجهزة الداخلية.
  - يتباطأ نمو الجنين فى الحجم.



جنين عمره ٩ شهور

Key Points

- مراحل نمو الجنين :

المرحلة الأولى

الشهر الأول

الشهر الثانى

الشهر الثالث

المرحلة الثانية

الشهر الرابع

الشهر الخامس

الشهر السادس

المرحلة الثالثة

الشهر السابع

الشهر الثامن

الشهر التاسع

الولادة والرضاعة

الولادة

فى الشهر التاسع

- يبدأ تفكك المشيمة ويقل البروجسترون.
- يقل تماسك الجنين بالرحم (استعدادًا للولادة).
- يبدأ المخاض بانقباض عضلات الرحم بشكل متتابع فيندفع الجنين إلى الخارج على أثر ذلك.

بعد اندفاع الجنين إلى الخارج يحدث الآتى

- يصرخ المولود فيبدأ جهازه التنفسى فى العمل على أثر هذه الصرخة.
- تنفصل المشيمة من جدار الرحم وتُطرد للخارج.
- يتم قطع الحبل السرى من جهة المولود ليتحول غذاءه إلى لبن الأم.

الرضاعة

* تبدأ بتنبيه هرمونى من الغدة النخامية إلى الغدد اللبنية فى ثدى الأم لإفراز اللبن (الذى يعتبر أثمن غذاء جسدى وعاطفى)، **حيث تفرز الغدة النخامية :**

- **هرمون الأوكسيتوسين** الذى له أثرًا مشجعًا فى اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.
- **هرمون البرولاكتين** الذى يحفز إنتاج اللبن فى الغدد اللبنية.

* يقوم لبن الأم بحماية الطفل من كثير من الاضطرابات العضوية والنفسية، ليس فى مرحلة طفولته فقط وإنما فى مستقبله أيضًا.

ملاحظات

(١) عمر الأنثى المناسب للحمل من ١٨ : ٣٥ سنة، وإذا قل أو زاد العمر عن ذلك، يتعرض كل من الأم والجنين لمتاعب خطيرة كما تزداد احتمالات التشوه الخلقى بين أبنائها كما أن الإنجاب من زوج مسن قد يؤدى إلى نفس النتيجة فى الأبناء.

(٢) تختلف مدة الحمل باختلاف نوع الكائن كما يلى :

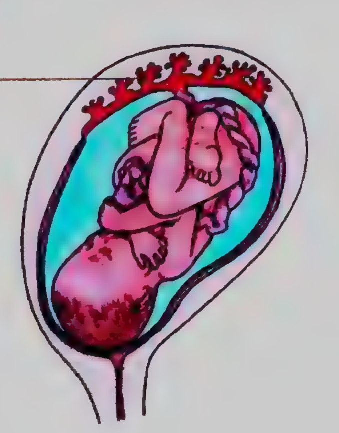
- الفأر : ٢١ يوم.
- الأغنام : ١٥٠ يوم.
- الإنسان : ٢٧٠ يوم.

Key Points

• عدد الحيوانات المنوية التى تخرج فى كل مرة تزاوج فى ذكر الإنسان.	من ٣٠٠ : ٥٠٠ مليون حيوان منوى
• المدة التى تكون فيها بويضة أنثى الإنسان جاهزة للإخصاب.	١ : ٢ يوم بعد تحرر البويضة
• المدة التى تبقى فيها الحيوانات المنوية حية داخل الجهاز التناسلى الأنثوى للإنسان.	من ٢ : ٣ يوم
• العدد الأدنى لعدد الحيوانات المنوية لذكر الإنسان فى كل مرة تزاوج حتى لا يكون عقيمًا.	٢٠ مليون حيوان منوى
• الوقت الذى ينغمس فيه التركيب الذى يلى التوتية بين ثنايا بطانة الرحم السميكة لأنثى الإنسان.	فى نهاية الأسبوع الأول من الحمل
• الوقت الذى تتكون فيه الخصيتان فى جنين الإنسان.	فى الأسبوع السادس من الحمل
• الوقت الذى يتكون فيه المبيضان فى جنين الإنسان.	فى الأسبوع الثانى عشر من الحمل

اختبر نفسك

ادرس الشكل المقابل، ثم اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



1. بصورة تقريبية، يعبر هذا الشكل عن جنين فى الشهر ....

   (أ) الثالث (ب) الرابع
   (ج) الخامس (د) الثامن

2. ماذا يحدث للتركيب (X) بعد خروج الجنين ؟

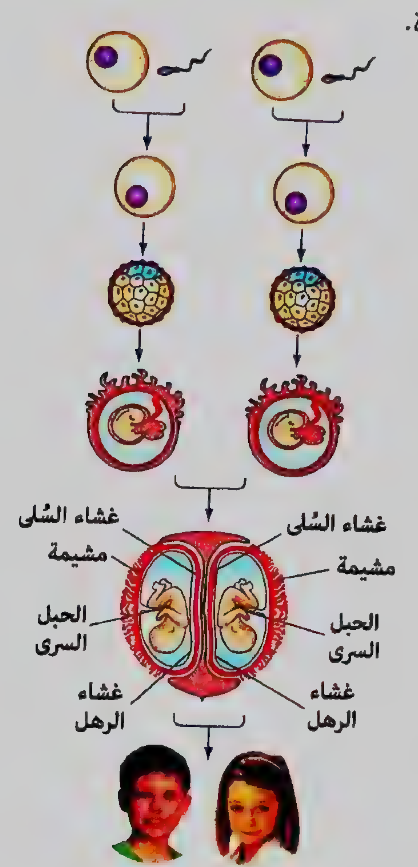
   (أ) يُطرد للخارج عبر المهبل بعد انفصاله عن جدار الرحم
   (ب) يظل متصل بالرحم ويقوم الجسم بامتصاصه
   (ج) يُطرد إلى خارج الجسم بدون الحبل السرى
   (د) يظل فى مكانه ويستخدم لتغذية جنين آخر فى المستقبل

تعــدد المــواليــد

* عادةً ما يولد جنين واحد فى كل مرة ولكن فى بعض الأحيان تتعدد المواليد حتى ستة أطفال فى المرة الواحدة.
* تعتبــر التوائــم الثنائية هــى الأكثــر شيوعًا إذ تصـل نسبتهـا فى العالــم (١ توائم ثـنـائيـة : ٨٦ ولادة فردية).
بينما تندر التوائم المتعددة **وهناك نوعان من التوائم هما :**

توائم غير متماثلة - متآخية (ثنائية اللاقحة)
Dizygotic Twins

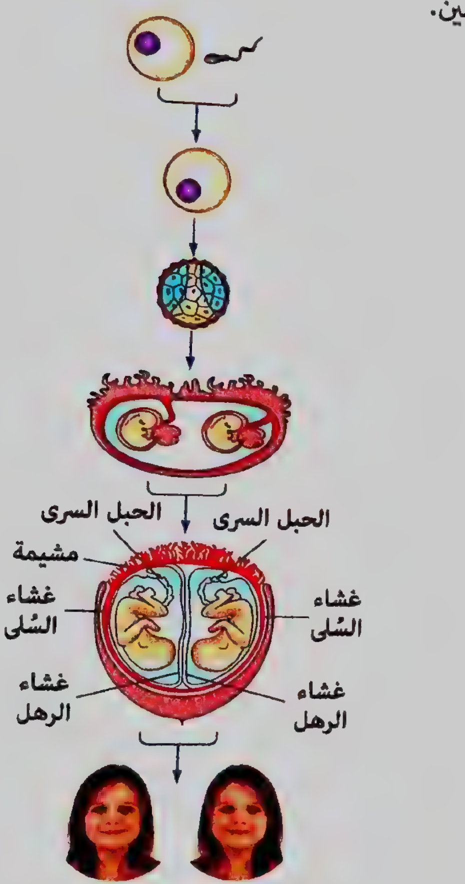
- تنتـج مـن تحـرر بويضتـين (مـن مبيـض واحـد أو مـن الاثنـين) وإخصـاب كل منهمـا بحيـوان منـوى على حدة.



- لكل جنين منهما كيس جنينى ومشيمة مستقلة.
- الجنينان يحملان جينات مختلفة وبالتالى :
  - يختلفـان فـى الصفـات الوراثيـة (شـقيقين لهمـا نفس العمر).
  - قد يختلفان فى الجنس.

توائم متماثلة (أحادية اللاقحة)
Monozygotic Twins

- تنتــج من بويضة واحدة مخصبــة بحيوان منوى واحد وتنقسم اللاقحة أثناء تفلجها إلى جزئين يكون كل منها جنين.



- للجنينين مشيمة واحدة.
- الجنينان يحملان نفس الچينات وبالتالى :
  - يتطابقان تمامًا فى جميع الصفات الوراثية.
  - لهما نفس الجنس دائمًا.

التوأم السيامى

توأم متماثـل يولـد ملتصـق فـى مكـان ما بالجسـم ويمكـن الفصـل بينهمـا جراحيًا فـى بعض الحالات.

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

عند تحرر بويضتين من المبيضين فى نفس الوقت وتم إخصاب كل منهما بحيوان منوى مستقل ....

(أ) تتكون توائم متماثلة فقط
(ب) تتكون توائم غير متماثلة فقط
(ج) قد تتكون توائم متماثلة وأخرى غير متماثلة
(د) لا يمكن أن تتكون توائم

مشاكل مرتبطة بالإنجاب

• **هناك مشاكل مرتبطة بالإنجاب فى الإنسان، هى :**

- **مشكلة زيادة النسل :** يستخدم فى حلها وسائل منع الحمل.
- **مشكلة العقم :** يستخدم فى حلها وسائل علمية متطورة.

• **فيما يلى سندرس أهم وسائل حلول هذه المشاكل كما يلى :**

أولاً وسائل منع الحمل

• **يمكن منع الحمل بإحدى الطرق التالية :**

١ الأقراص

- يبدأ استخدامها بعد انتهاء الطمث ولمدة ثلاثة أسابيع (٢١ يوم).
- تحتوى على هرمونات صناعية تشبه الإستروچين والبروچسترون.
- تمنع عملية التبويض.

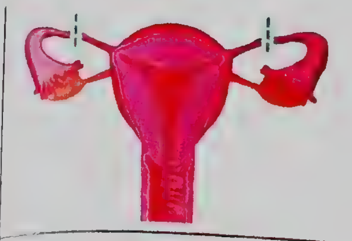
٢ اللولب

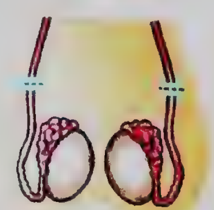
- يستقر اللولب فى الرحم ليمنع استقرار البويضة المخصبة فى بطانته.

٣ الواقى الذكرى

- يستخدمه الذكر لمنع دخول الحيوانات المنوية إلى المهبل وبالتالى لا يتم إخصاب البويضة وهذا لا يؤثر على حدوث التبويض والطمث للزوجة.

٤ التعقيم الجراحى للأنثى	- يتم ربط قناتى فالوب أو قطعهما لمنع وصول الحيوانات المنوية إلى البويضات التى ينتجها المبيض وإخصابها.
٥ التعقيم الجراحى للذكر	- يتم ربط الوعاءين الناقلين أو قطعهما لمنع خروج الحيوانات المنوية من خلالهما.





Key Points

• تأثير بعض وسائل منع الحمل على كل من :

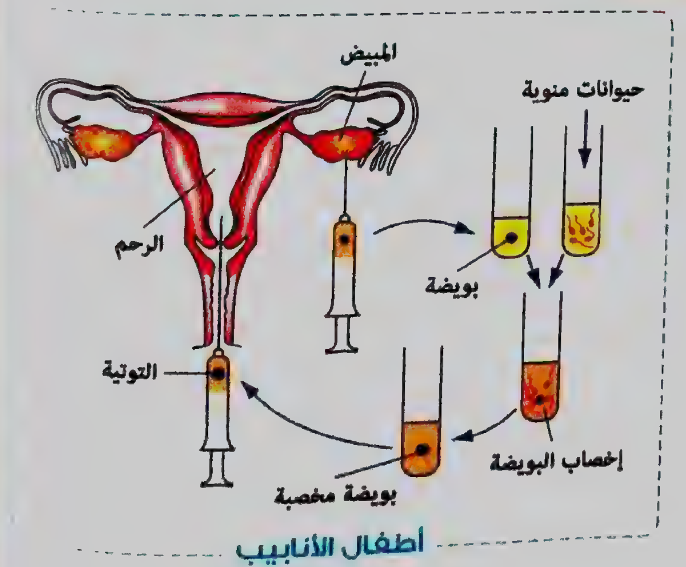
الوسيلة	التبويض	الإخصاب	الطمث
الأقراص	عدم حدوث	عدم حدوث	حدوث
اللولب	حدوث	حدوث	حدوث
التعقيم الجراحى	حدوث	عدم حدوث	حدوث

ثانيا وسائل علاج العقم

* يوجد عدة وسائل علمية لعلاج هذه المشكلة، منها :

أطفال الأنابيب

- يتم فصل بويضة من مبيض المرأة وإخصابها بحيوان منوى من زوجها داخل أنبوبة اختبار.
- يتم رعاية البويضة المخصبة فى وسط غذائى مناسب، وذلك حتى تصل إلى مرحلة التوتية.
- يُعاد زراعة التوتية فى رحم الزوجة حتى يتم اكتمال تكوين الجنين.



أطفال الأنابيب

زراعـــة الأنـــويـــة

• **الأساس العلمى لزراعة الأنوية :** زرع نواة خلية جنينيـة متقدمـة فـى بويـضة غيـر مخصبـة (لنفس نـوع الكائن) قد سبق نزع نواتها أو تحطيمها بالإشعاع لتنمو إلى فرد جديد ينتمى فى صفاته للنواة المنزرعة.

• **أمثلة :** أجريت تجارب زراعة الأنوية فى الضفادع والفئران.

تجربة على الضفدعة

- تم إزالة أنوية من خلايا أجنة الضفدعة فى مراحل مختلفة من النمو.
- تم زرع هذه الأنوية فى بويضات غير مخصبة للضفادع قد سبق نزع أنويتها أو تحطيمها بالإشعاع.
- بدأت كل من هذه البويضات فى النمو العادى إلى أفراد لها صفات الأنوية المزروعة.

وبذلك أمكن إثبات قدرة الأنوية المنزرعة (النواة التى جاءت من خلية من جنين متقدم) على توجيه نمو الجنين مثل نواة اللاقحة الأصلية نفسها.

زراعة الأنوية فى الضفادع

بنــوك الأمــشـاج

* توجد فى بعض دول أوروبا وأمريكا بنوك للأمشاج الحيوانية المنتخبة خاصةً الماشية والخيول.

الهدف منها :

1 الحفاظ على بعض الأنواع من الانقراض والإكثار منها وقت الحاجة :

- تحفظ أمشاج هذه الحيوانات فى حالة تبريد شديد (-١٢٠°م) لمدة تصل إلى ٢٠ سنة.
- تستخدم هذه الأمشاج بعد ذلك فى التلقيح الصناعى حتى بعد وفاة أصحابها أو تعرض بعض الأنواع النادرة منها للانقراض.

2 التحكم فى جنس المواليد :

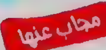
تم إجراء بحوث على حيوانات المزارع بهدف التحكم فى جنس المواليد، **كالتالى :**

- فصل الحيوانات المنوية ذات الصبغى (X) عن الأخرى ذات الصبغى (Y) بوسائل معملية كالطرد المركزى أو تعريضها لمجال كهربى محدود.
- يتم تطبيق هذه التقنية على الماشية لإنتاج :
  - **نكورًا فقط :** بهدف إنتاج اللحوم.
  - **إناثًا فقط :** بهدف إنتاج الألبان والتكاثر (حسب الحاجة).

ملحوظة

يرغب بعض الناس فى الاحتفاظ بأمشاجهم فى تلك البنوك ضمانًا لاستمرار نسلهم حتى بعد وفاتهم بسنوات طويلة.

* **يبقى سؤالًا : هل ستنجح هذه التقنية فى حالة الإنسان ؟**



٤٥ اختبـر نفسـك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الجدول التالى يوضح الانقسامات الميوزية لبويضات امرأة على مدار عدة شهور متتالية :

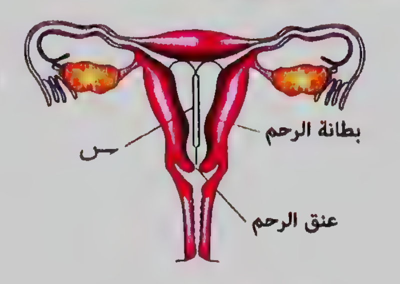
الشهر	الأول	الثانى	الثالث	الرابع	الخامس	السادس
الانقسام الميوزى الأول	✓	—	—	✓	✓	—
الانقسام الميوزى الثانى	—	—	—	—	✓	—

متى استخدمت المرأة أقراص منع الحمل ؟

Ⓐ فى الشهر الخامس فقط
Ⓑ فى الشهرين الثانى والسادس
Ⓒ فى الشهرين الثانى والثالث
Ⓓ فى الشهرين الأول والرابع

---

٢ الشكل المقابل يوضح إحدى وسائل منع الحمل (س).



ماذا يحدث فى حالة استخدام هذه الوسيلة ؟

Ⓐ لا يحدث تبويض
Ⓑ يحدث تبويض ولا يحدث طمث
Ⓒ يحدث تبويض دون إخصاب
Ⓓ يحدث تبويض وإخصاب

---

٣ فى الشكل المقابل، إذا كان العدد الصبغى للضفدعة ٢٦ كروموسوم، أى الاختيارات بالجدول التالى يوضح عدد الكروموسومات لكل من (X) ، (W) ، (V) ؟

بويضة غير مخصبة V
W
بويضة تم تحطيم نواتها
زراعة النواة
X

	X	W	V
Ⓐ	٢٦	١٣	١٣
Ⓑ	١٣	٢٦	١٣
Ⓒ	٢٦	٢٦	١٣
Ⓓ	١٣	٢٦	٢٦

الباب الأول

التركيب والوظيفة
فى الكائنات الحية

الفصل

4

المناعة فى الكائنات الحية

الدرس الأول المناعة فى النبات.

الدرس الثانى المناعة فى الإنسان.

الدرس الثالث آلية عمل الجهاز المناعى فى الإنسان.

الفصل 4

الدرس الأول

المناعة فى النبات

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف أهمية المناعة للكائنات الحية.
- يستنتج مسببات المرض والموت عند النبات.
- يشرح كيف يعمل جهاز المناعة فى النبات.
- يتعرف المناعة التركيبية والمناعة البيوكيميائية فى النبات.

مقدمــــة

* تتعرض حياة الكائنات الحية للتهديد المستمر من مصادر مختلفة، منها :

١ مصادر حيوية، تضم مسببات الأمراض، مثل :

- بعض الحشرات.
- الأوليات الحيوانية.
- الفطريات.
- البكتيريا.
- الفيروسات.

٢ مصادر غير حيوية، مثل :

- الحوادث.
- الكوارث الطبيعية.
- اختلال عناصر البيئة المحيطة.

وبالتالى فـإن الكائنـات الحية فى صراع دائم مع ما يهدد حياتها من أخطار ممـا يجعلها تطور من آليات الدفاع عن نفسها من أجل البقاء، ومن هذه الآليات :

تغيير لون الجسم بغرض التمويه

إفراز السموم لقتل الكائن الآخر

الجرى للهروب من العدو

لذلك فقد وهب الله الكائنات الحية طرق دفاعية متقنة قد تتغير هذه الطرق لمواجهة أساليب العدو المختلفة.

المناعة Immunity

مقدرة الجسم من خلال الجهاز المناعى على مقاومة مسببات المرض والأجسام الغريبة وذلك من خلال منع دخولها إلى جسم الكائن الحى أو مهاجمتها والقضاء عليها عند دخولها جسم الكائن الحى.

يعمل الجهاز المناعى من خلال نظامين، هما :

١ المناعـة الفطـريـة أو المـوروثـة Innate immunity

٢ المناعة المكتسبة أو التكيفية Acquired (adaptive) immunity

وهـذان النظامـان المناعيـان يعمـلان بتعـاون وتنسـيق مـع بعضهمـا لأن المناعـة الفطريـة أساسـية لأداء المناعة المكتسـبة عملها بنجـاح والعكـس صحيـح، وهـذا الترابـط يسـمح للجسـم بالتعامـل مـع الكائنـات الممرضـة بنجـاح.

المناعة فى النبات

❶ مسببات المرض والموت عند النبات

• تنحصر مسببات المرض والموت عند النباتات فى ثلاثة مسببات رئيسية، هى :

المسبب	أمثلة	التأثير الضار
❶ الأعداء الخطرة	– حيوانات الرعى. – الحشرات. – الفطريات. – البكتيريا. – الفيروسات ... إلخ.	غالبًا ما ينشأ عنها أضرارًا بالغة قد تودى بحياة النبات أو تسبب له أمراضًا خطيرة
❷ الظروف غير الملائمة	– الحرارة العالية. – البرودة الزائدة. – نقص أو زيادة الماء. – نقص العناصر الغذائية. – التربة غير الملائمة ... إلخ.	ينشأ عنهما أضرارًا يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب، إلا أن بعض عناصر المواد السامة قد تكون قاتلة للنبات
❸ المواد السامة	– الدخان. – الأبخرة السامة. – المبيدات الحشرية. – الصرف الصحى غير المعالج. – المواد المتدفقة من المصانع وغيرها إلى الأنهار ومياه الرى.	

❷ طرق المناعة فى النبات Plant immunity

• يحمى النباتات نفسها من الكائنات المسببة للمرض بطريقتين، كالتالى :

أولاً: المناعة التركيبية تشمل:
- وسائل مناعية تركيبية موجودة أصلًا فى النبات، تتمثل فى:
  - الأدمة الخارجية لسطح النبات
  - الجدار الخلوى
- وسائل مناعية تركيبية تتكون كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة، تتمثل فى:
  - تكوين الفلين
  - تكوين التيلوزات
  - ترسيب الصموغ
  - التراكيب المناعية الخلوية
  - التخلص من النسيج المصاب (الحساسية المفرطة)

ثانيًا: المناعة البيوكيميائية تتمثل فى:
- المستقبلات التى تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات
- المواد الكيميائية المضادة للكائنات الدقيقة، مثل:
  - الفينولات والجلوكوزيدات
  - الأحماض الأمينية غير البروتينية، وتشمل مركبات كيميائية سامة (الكانافنين - السيفالوسبورين)
- البروتينات المضادة للكائنات الدقيقة، مثل:
  - إنزيمات نزع الشمية

* فيما يلى سنتعرض لكل منهما بشىء من التفصيل.

أولا المناعة التركيبية Structural immunity

* تحمى النباتات نفسها بإنجاز بعض الآليات من خلال تراكيب تمتلكها فيما يعرف بـ «المناعة التركيبية».

المناعة التركيبية

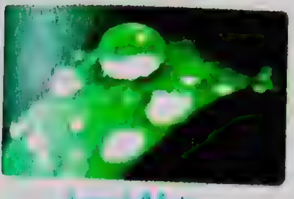
حواجز (تراكيب) طبيعية يمتلكها النبات وتمثل خط الدفاع الأول لمنع دخول المسببات المرضية إلى النبات وانتشارها بداخله.

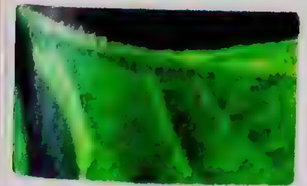
* تتضمن المناعة التركيبية نوعان من الآليات (الوسائل) المناعية كالتالى :

1 الوسائل المناعية التركيبية الموجودة أصلا (سلفا) فى النبات

١ الأدمة الخارجية لسطح النبات

* تمثل الأدمة الخارجية لسطح النبات حائط الصد الأول فى مقاومة مسببات المرض حيث إن الأدمة تتميز بوجود بعض التراكيب المناعية التى تغطيها أو تكسوها، **مثل :**
  - **الطبقة الشمعية** التى تمنع استقرار الماء عليها فلا تتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا.
  - **الشعيرات أو الأشواك** التى تمنع :
    - تجمع الماء مما يقلل من فرص الإصابة بالأمراض.
    - أكل النبات من بعض حيوانات الرعى.


طبقة شمعية


شعيرات

٢ الجدار الخلوى

* يمثل الجدار الخلوى الواقى الخارجى للخلايا خاصةً خلايا طبقة البشرة الخارجية حيث إنه يتركب بصفة أساسية من السليلوز وبعد تغلظه باللجنين يصبح صلبًا مما يصعب على الكائنات المرضة اختراقه.

أضف إلى معلوماتك

تغطى بشرة النبات بطبقة من «الكيوتيكل» التى تتكون من الكيوتين ويعلوها طبقة شمعية وهى أكثر قدرة على مقاومة الأمراض لصعوبة تحليلها كما أنها كارهة للماء فلا يتجمع عليها الماء.

ب الوسائل المناعية التركيبية الناتجة كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة

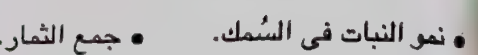
تكوين الفلين Formation of Phellem (cork) :

- يتكون الفلين لكى يعزل المناطق النباتية التى تعرضت للقطع أو التمزق مما يمنع دخول الكائن الممرض للنبات.
- تتعرض المناطق النباتية للقطع أو التمزق نتيجة :
  - نمو النبات فى السُمك.
  - جمع الثمار.
  - سقوط الأوراق فى الخريف.
  - تعدى الإنسان والحيوان.

تكوين الفلين فى نبات البطاطس

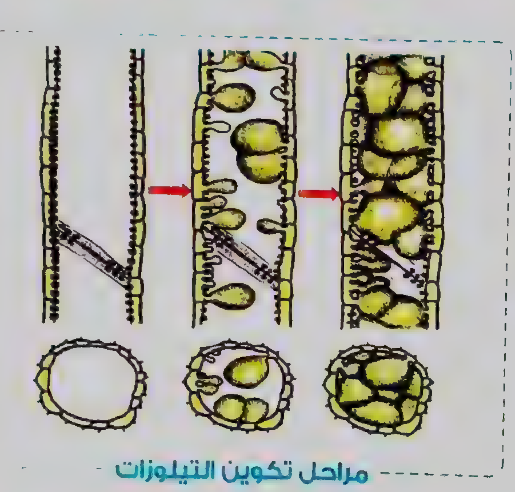
تكوين التيلوزات Formation of Tyloses :

التيلوزات :



نموات زائدة تنشأ نتيجة تمدد الخلايا البارانشيمية المجاورة لقصيبات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر.

- تتكون التيلوزات بسبب تعرض الجهاز الوعائى للنبات للقطع أو الغزو من الكائنات الممرضة.
- أهمية التيلوزات : تعيق حركة الكائنات الممرضة إلى الأجزاء الأخرى فى النبات.


مراحل تكوين التيلوزات

ترسيب الصموغ Deposition of Gums :

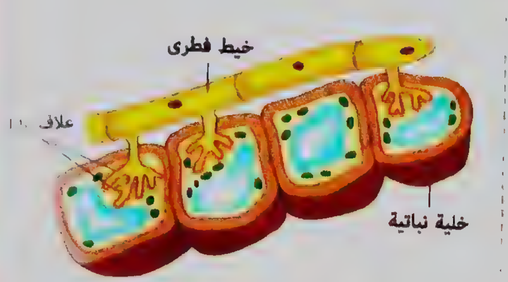
تفرز النباتات المصابة بجروح أو قطوع مادة الصمغ حول مواضع الإصابة حتى تمنع دخول الميكروبات داخل النبات من خلال الأجزاء المجروحة أو المقطوعة.

ترسيب الصموغ

التراكيب المناعية الخلوية Cellular immune structures :

- **التراكيب المناعية الخلوية**
- تراكيب خلوية فى النبات تحدث بها بعض التغيرات الشكلية نتيجة غزو الكائنات الممرضة للنبات.

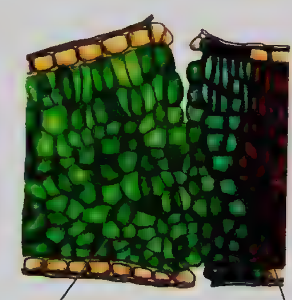
- **من أمثلتها :**
  - انتفاخ الجدر الخلوية لخلايا البشرة وتحت البشرة أثناء الاختراق المباشر للكائن المرض مما يؤدى إلى تثبيط اختراقه لتلك الخلايا.
  - إحاطة خيوط الغزل الفطرى المهاجمة للنبات بغلاف عازل حتى يمنع انتقاله من خلية إلى أخرى.



إحاطة الغزل الفطرى بغلاف عازل

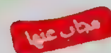
التخلص من النسيج المصاب (الحساسية المفرطة) :

يقوم النبات بالتخلص من الكائن المرض عن طريق قتل أنسجته المصابة وذلك لمنع انتشار الكائن الممرض منها إلى أنسجته السليمة.



Key Points

- **الوسائل المناعية التى تمنع دخول الميكروب للنبات :**
  - (١) الأدمة الخارجية لسطح النبات.
  - (٢) الجدار الخلوى.
  - (٣) تكوين الفلين.
  - (٤) ترسيب الصموغ.
- **الوسائل المناعية التى تمنع انتشار الميكروب إلى باقى أجزاء النبات :**
  - (١) تكوين التيلوزات.
  - (٢) تكوين غلاف عازل حول خيوط الغزل الفطرى.
  - (٣) الحساسية المفرطة.



اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ فيما يأتى ثلاث مواد تلعب دورًا فى الدفاعات النباتية :

(س) : تساهم فى عزل المناطق النباتية المقطوعة.

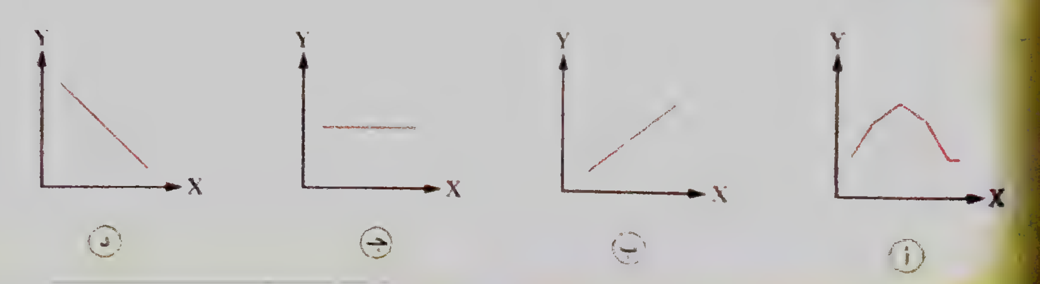
(ص) : تكسب قوة ومرونة للواقى الخارجى للخلايا النباتية.

(ع) : تمنع استقرار الماء على سطح النبات.

ماذا تمثل المواد (س) ، (ص) ، (ع) على الترتيب ؟

Ⓐ صموغ / لجنين / مادة شمعية
(ب) سيوبرين / سليلوز / مادة شمعية
Ⓒ سليلوز / سيوبرين / صموغ
(د) لجنين / مادة شمعية / سليلوز

٢ أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين نمو التيلوزات (X) وحجم الماء المار فى الوعاء الخشبى المصاب (Y) ؟



ثانيًا المناعة البيوكيميائية Biochemical immunity

المناعة البيوكيميائية

استجابات النبات لإفراز مواد كيميائية ضد الكائنات الممرضة.

تتضمن المناعة البيوكيميائية الآليات المناعية التالية :

١ المستقبلات Receptors التى تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات :

– هى مركبات توجد فى النباتات السليمة والمصابة إلا أن تركيزها يزداد فى النباتات عقب الإصابة.

– **وظيفتها :**

(١) إدراك وجود الميكروب.

(٢) تنشيط دفاعات النبات بتحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة فيه.

٢ مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة Antimicrobial chemicals :

- هى مركبات تفرزها بعض النباتات لمقاومة الكائنات المرضة، وهى قد :
  - تكون موجودة أصلًا فى النبات قبل حدوث الإصابة.
  - تؤدى الإصابة إلى تكوينها (أى تتكون بعد مهاجمة الكائن الممرض للنبات).

- أمثلة :

(١) الفينولات والجلوكوزيدات : Phenols and Glycosides

هى مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات الممرضة (مثل البكتيريا) أو تثبط نموها.

أضف إلى معلوماتك

الفينولات النباتية : تتركز فى الأوراق والأزهار والثمار والجذور ولها دور فى مقاومة البكتيريا والفطريات وزيادة صلابة الأنسجة النباتية وكذلك جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح والإخصاب.

(٢) أحماض أمينية غير بروتينية : Non-protein amino acids

هى أحماض أمينية لا تدخل فى بناء البروتينات فى النبات ولكنها تعمل كمواد واقية له حيث إنها تشكل مركبات كيميائية سامة للكائنات الممرضة، مثل :

الكانافنين Canavanine،

السيفالوسبورين Cephalosporin

٣ بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة Antimicrobial proteins :

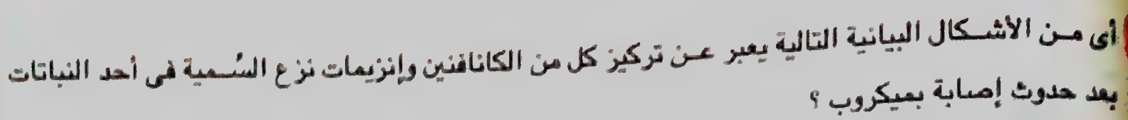
- هى بروتينات غير موجودة أصلًا بالنبات ولكنه يستحث إنتاجها نتيجة الإصابة.
- **وظيفتها :** تتفاعل مع السموم التى تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها إلى مركبات غير سامة للنبات.
- **مثال :** إنزيمات نزع السُّمية Detoxifying enzymes، هى إنزيمات تنتجها النباتات أحيانًا لكى تقوم بالتفاعل مع السموم التى تفرزها الكائنات الممرضة وتبطل سُميتها.

* بالإضافة لما سبق نجد أن بعض النباتات تقوم بتعزيز وتقوية دفاعاتها بعد الإصابة حتى تحمى نفسها من أى إصابة جديدة وذلك لاستمرار وجود المواد الكيميائية التى تكونت نتيجة حدوث الإصابة.

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

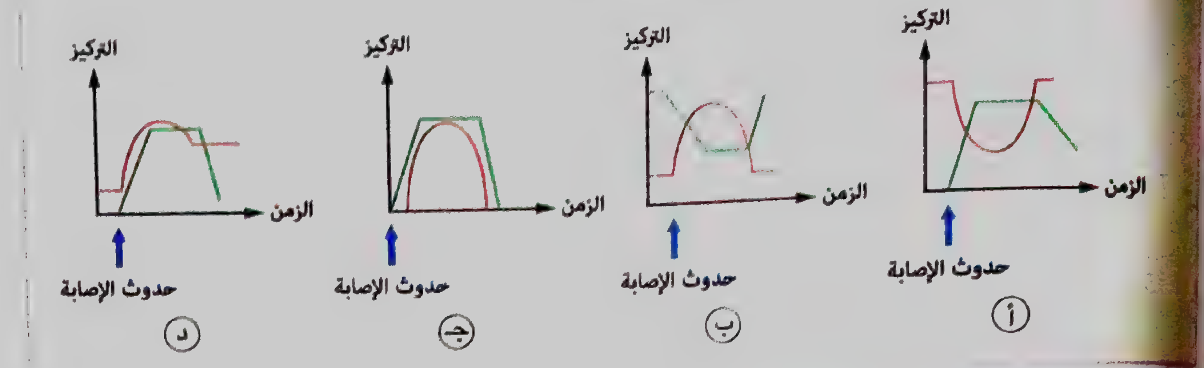
١ أى العبارات التالية تنطبق على مادة السيفالوسبورين ؟

Ⓐ توجد فى النبات وتقل بعد الإصابة
Ⓑ توجد فى النبات وتزداد بعد الإصابة
Ⓒ توجد فى النبات للتعرف على الميكروب
Ⓓ لا توجد فى النبات وتتكون بعد الإصابة



٢ أى من الأشكال البيانية التالية يعبر عن تركيز كل من الكانافنين وإنزيمات نزع السُمية فى أحد النباتات بعد حدوث إصابة بميكروب ؟

— كانافنين
— إنزيمات نزع السُمية



مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :

المناعة التركيبية فى النبات	المناعة البيوكيميائية فى النبات
حواجز (تراكيب) طبيعية يمتلكها النبات وتمثل خط الدفاع الأول لمنع دخول المسببات المرضية إلى النبات وانتشارها داخله.	استجابات النبات لإفراز مواد كيميائية ضد الكائنات المرضة.
تتضمن نوعان من الآليات المناعية هما :	تتضمن الآليات المناعية التالية :
١ الوسائل المناعية التركيبية الموجودة أصلًا فى النبات، **وهى تتمثل فى :** – الأدمة الخارجية لسطح النبات. – الجدار الخلوى. ٢ الوسائل المناعية التركيبية الناتجة كاستجابة للإصابة بالكائنات المرضة، **وهى تتمثل فى :** – تكوين الفلين. – تكوين التيلوزات. – ترسيب الصموغ. – التراكيب المناعية الخلوية. – التخلص من النسيج المصاب (الحساسية المفرطة).	١ المستقبلات التى تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات. ٢ المواد الكيميائية المضادة للكائنات الدقيقة، **مثل :** – الفينولات والجلوكوزيدات. – الأحماض الأمينية غير البروتينية (الكانافنين والسيفالوسبورين). ٣ البروتينات المضادة للكائنات الدقيقة، **مثل :** – إنزيمات نزع السُمية.

دور الإنسان فى حماية النبات من الكائنات الممرضة

* يمثـل النبات أهمية كبرى للإنسـان لذلك يسـتعمل طرقًا ويسـتحدث وسـائل تعمل على حماية ووقايـة النباتات من الأمراض، مثل :

1. استعمال مبيدات للقضاء على الأعشاب الضارة.
2. مقاومة الحشرات بطرق مختلفة.
3. حث النباتات على مقاومة الأمراض النباتية فيما يعرف بـ «المناعة المكتسبة».
4. إنتاج سلالات نباتية مقاومة للأمراض والحشرات عن طريق :

– التربية النباتية (Breeding).

أو

– استخدام الهندسة الوراثية.

ملحوظة

يمكـن أن تنتقـل مركبات تنشـيط الحماية والمقاومة من خلية لأخرى وبطريقة منتظمة من خلال جهاز النقل فى النبات الذى يقابل الأوعية الدموية فى الحيوانات.

أضف إلى معلوماتك

★ التربيـة النباتيـة الهـدف منها إنتاج نباتات ذات صفات مرغوبة من خـلال اختيار النباتات التى تتوافر فيها تلك الصفات والعمل على تهجينها مع نباتات أخرى (ذات صلة) وتكرار ذلك عدة مرات حتى يتم الحصول على إنتاج تتوافر فيه تلك الصفات.

★ الهندسة الوراثية هى التقنية التـى تتعامل مع المادة الوراثية للكائنـات الحيـة عـن طريق الفصـل أو القطع أو الإدخـال لأجـزاء منهـا من كائن حى إلى كائن حى آخر بغرض معرفة وظيفة چين معين أو بهدف زيادة كمية المواد الناتجة عن التعبير عن هذا الچين.

الفصل 4

الدرس الثانى

المناعة فى الإنسان

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يحدد مكونات الجهاز المناعى فى الإنسان.
- يتعرف الأعضاء الليمفاوية فى الإنسان.
- يحدد أنواع الخلايا الليمفاوية.
- يتعرف الأجسام المضادة وطرق عملها.

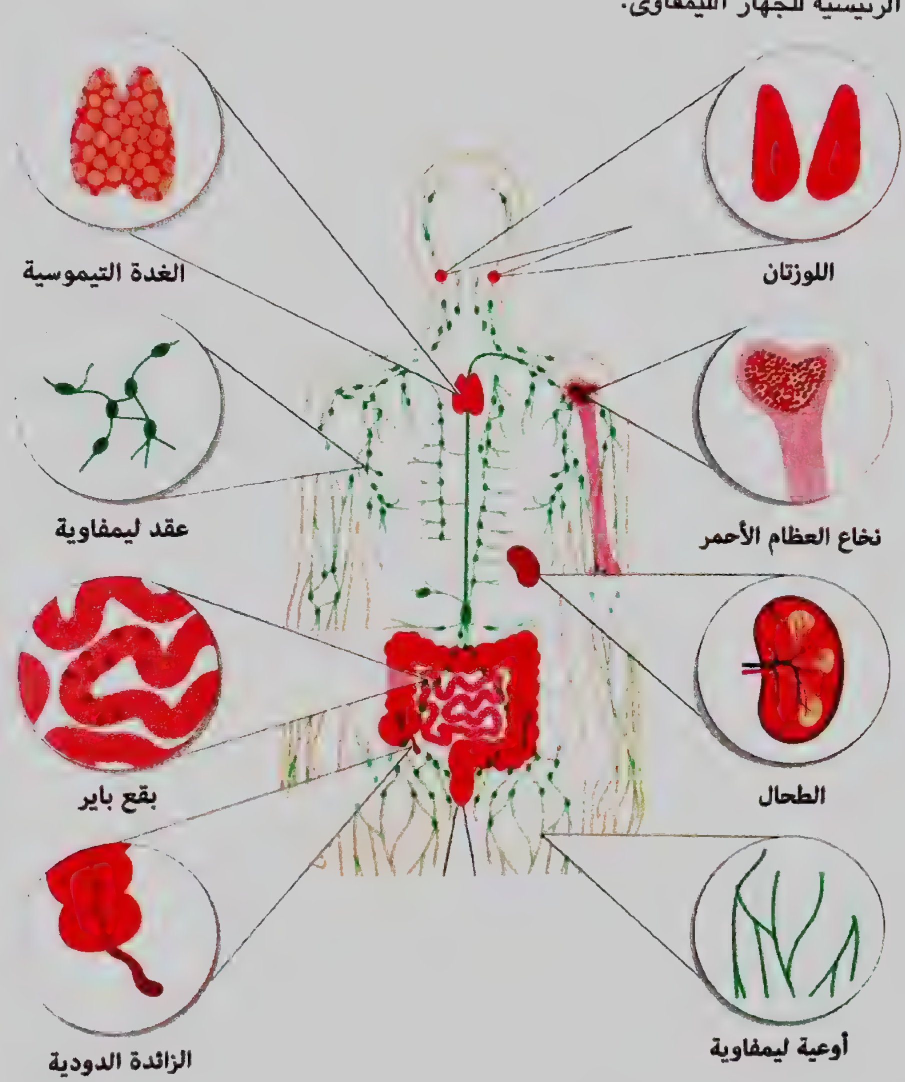
Human Immune System الجهاز المناعى فى الإنسان

الجهـاز الليمفـاوى للإنسان

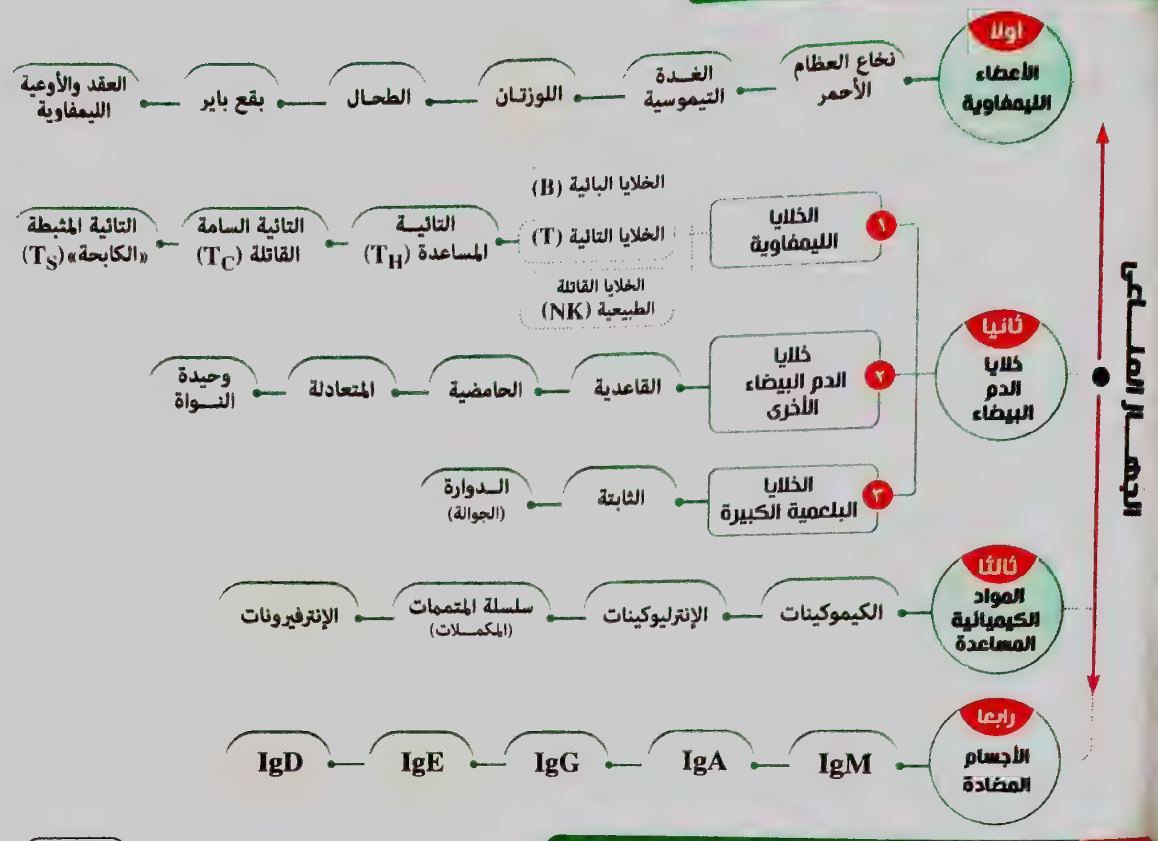
* هو جهاز متناثر الأجزاء فى أنحاء الجسـم أى أن أجزاءه متفرقة لا ترتبط مع بعضها بصورة تشـريحية متتالية كما فى الجهاز (الهضمى - الدورى - التنفسى)،

وبالرغم من ذلك فإن أجزاءه تتفاعل وتتعاون مع بعضها بصورة متناسقة لذلك يعتبر من الناحية الوظيفية وحدة واحدة.

* يطلـق علـى بعض أعضاء الجهاز المناعى **«الأعضاء الليمفاوية»** لأنها تعد موطن للخلايا الليمفاوية وهى المكونات الرئيسية للجهاز الليمفاوى.



تركيب الجهاز المناعى فى الإنسان



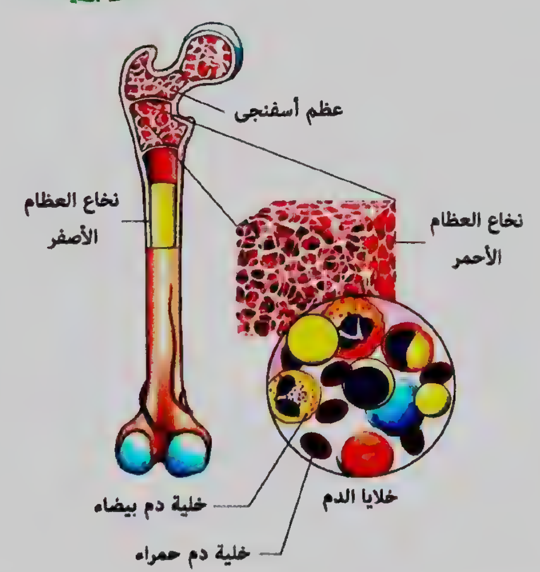
أولا الأعضاء الليمفاوية Lymphoid organs

شاهد الفيديو

- يتم فى الأعضاء الليمفاوية نضج وتمايز الخلايا الليمفاوية، لذلك فهى تحتوى على أعداد غفيرة من الخلايا الليمفاوية.
- من أهم الأعضاء الليمفاوية ما يلى :

١ نخاع العظام الأحمر Red Bone marrow

- **مكان وجوده :** نسيج يوجد داخل :
  - العظام المسطحة، **مثل :**
    - الترقوة.
    - القص.
    - الجمجمة.
    - العمود الفقرى.
    - الضلوع.
    - الكتف.
    - الحوض.
  - رؤوس العظام الطويلة كعظام الفخذ والساق والعضد.
- **وظيفته :** إنتاج خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء وصفائح الدم.



أضف إلى معلوماتك

هناك نوع آخر من نخاع العظام يعرف بنخاع العظام الأصفر **Yellow bone marrow** يوجد فى التجويف المركزى للعظام الطويلة ويتميز بأنه غنى بالخلايا الدهنية، لذلك يظهر باللون الأصفر ولا يشـارك هذا النوع فى تكوين خلايا الدم.

٢ الغدة التيموسية Thymus gland

القصبة الهوائية

الغدة التيموسية

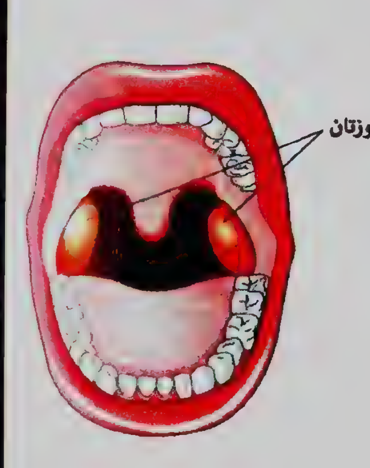
- **مكــان وجودهــا :** تقـع علـى القصبـة الهوائية أعلـى القلـب وخلف عظمة القص.
- **وظيفتها :** إفراز هرمون التيموسين **Thymosin** الذى يحفز نضج الخلايـا الليمفاويـة الجذعيـة إلـى الخلايـا التائيــة (T) وتمـايزهـا إلـى أنواعها المختلفة داخـل الغـدة التيموسية.

- تتبع الغدة التيموسية الجهاز المناعى وجهاز الغدد الصماء.
- الغدة التيموسية ذات إفراز داخلى.

أضف إلى معلوماتك

الغـدة التيموسـية (تعـرف أيضًا بالغدة الزعترية) يتغير حجمها فى الإنســان مع تقدم العمـر، حيث تكون أكبر حجمًا فى مرحلة الطفولة وتنكمش ويقل حجمها تدريجيًا بعد البلوغ، حيث يحل النسـيج الضام محل النسـيج الإفرازى للغدة، ومن ثم يقل تركيز هرمون التيموسين فى الدم بتقدم العمر.

٣ اللوزتان Tonsils



- غدتان ليمفاويتان.
- **مكان وجودهما :** تقعان على جانبى الجزء الخلفى من الفم.
- **وظيفتهما :** التقاط أى ميكروب أو جسـم غريب يدخل مع الطعام أو الهواء وتمنعان دخوله إلى الجسم، وبذلك تعملان على حماية الجسم.

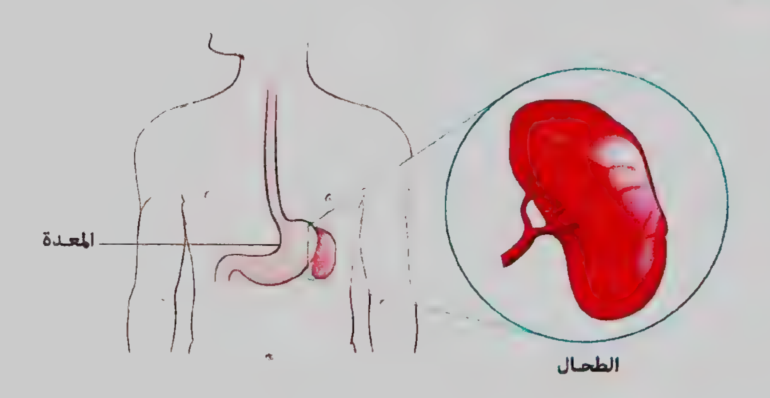
٤ الطحال Spleen

- عضو ليمفاوى صغير لا يزيد حجمه عن قبضة اليد لونه أحمر قاتم.
- **مكان وجوده :** يقع فى الجانب العلوى الأيسر من تجويف البطن.
- **وظيفته :** يلعب دورًا هامًا فى مناعة الجسم نظرًا لاحتوائه على الكثير من :

١ **الخلايا البلعمية الكبيرة :** وهى نوع من خلايا الدم البيضاء تقوم بـ :

- التقاط الميكروبات أو الأجسام الغريبة أو الخلايا الجسدية الهرمة (المسنة) ككريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم.
- حمل المعلومات عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة.

٢ **الخلايا الليمفاوية :** وهى نوع آخر من خلايا الدم البيضاء.



٥ بقع باير Peyer's patches

- عقد صغيرة من الخلايا الليمفاوية تتجمع على شكل لطع أو بقع.
- **مكان وجودها :** تنتشر فى الغشاء المخاطى المبطن للجزء السفلى من الأمعاء الدقيقة.
- **وظيفتها :** وظيفتها الكاملة غير معروفة ولكنها تلعب دورًا فى الاستجابة المناعية ضد الكائنات الحية الدقيقة التى تدخل الأمعاء وتسبب الأمراض.

٦ العقد الليمفاوية Lymphatic nodes

- **حجمها :** يتراوح حجمها بين رأس الدبوس وبذرة الفول الصغيرة.
- **مكان وجودها :** تتواجد على طول شبكة الأوعية الليمفاوية الموجودة فى جميع أجزاء الجسم، **مثل :**

- تحت الإبطين.	- على جانبى العنق.
- أعلى الفخذ.	- بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية.

تركيبها :

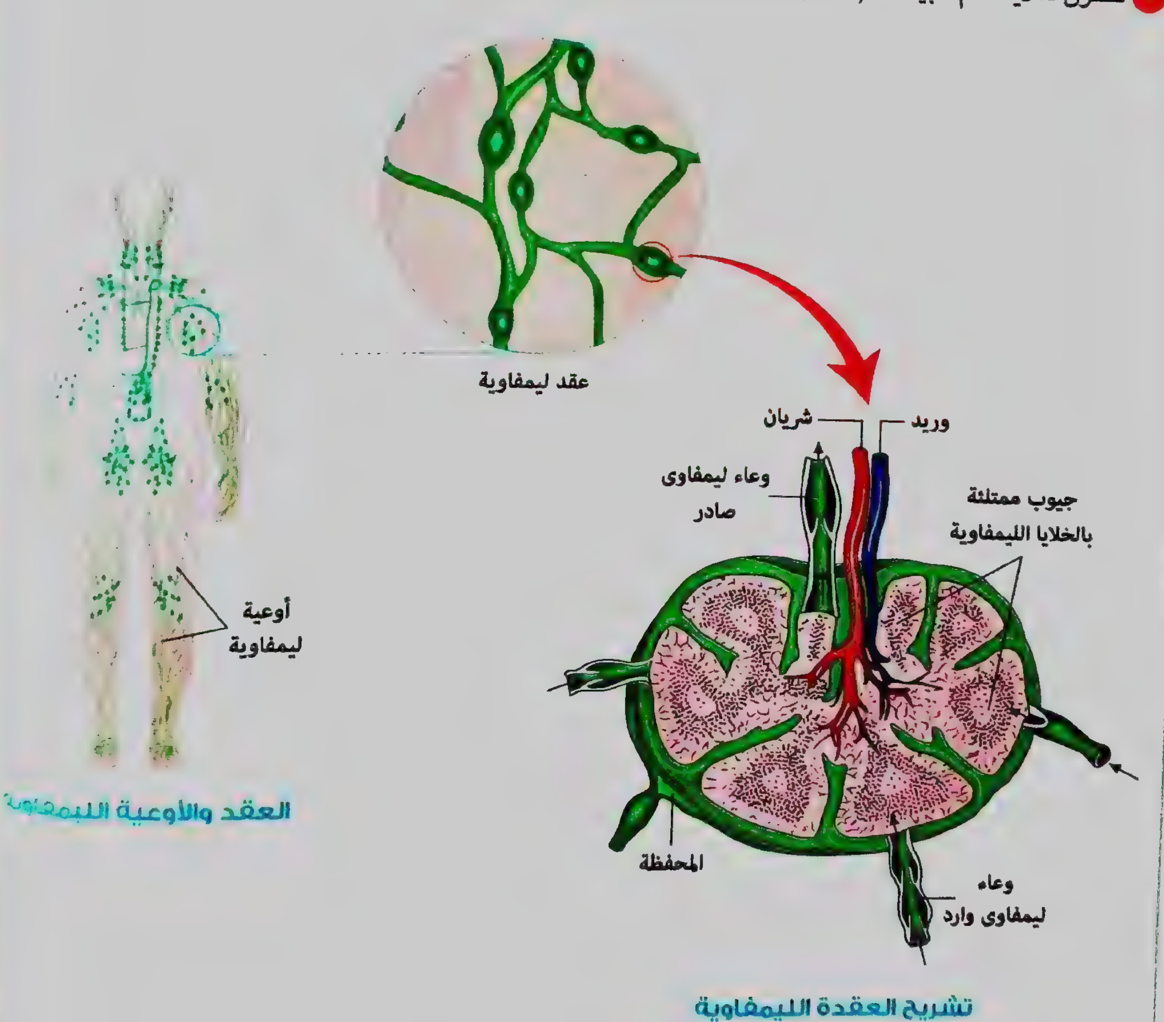
- تنقسم العقدة الليمفاوية من الداخل إلى جيوب تمتلئ بـ :

1. الخلايا الليمفاوية البائية (B).
2. الخلايا الليمفاوية التائية (T).
3. الخلايا البلعمية الكبيرة وبعض أنواع من خلايا الدم البيضاء الأخرى التى تخلص الليمف مما به من جراثيم وحطام الخلايا.

- يتصل بكل عقدة ليمفاوية عدة أوعية ليمفاوية تنقل الليمف إليها من أنسجة الجسم.

وظيفتها :

1. ترشيح الليمف وتنقيته من أى مواد ضارة أو مسببات الأمراض الغريبة عن الجسم (الميكروبات).
2. تختزن خلايا الدم البيضاء (الخلايا الليمفاوية) التى تساعد فى محاربة أى مرض أو عدوى.



العقد والأوعية الليمفاوية

تشريح العقدة الليمفاوية

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى الأنسجة التالية يوجد فى القفص الصدرى ويعتبر مكان النضج لبعض الخلايا الليمفاوية ؟

(أ) الغدة التيموسية

(ب) الغدة التيموسية ونخاع العظام الأحمر

(ج) الغدة التيموسية والعقد الليمفاوية

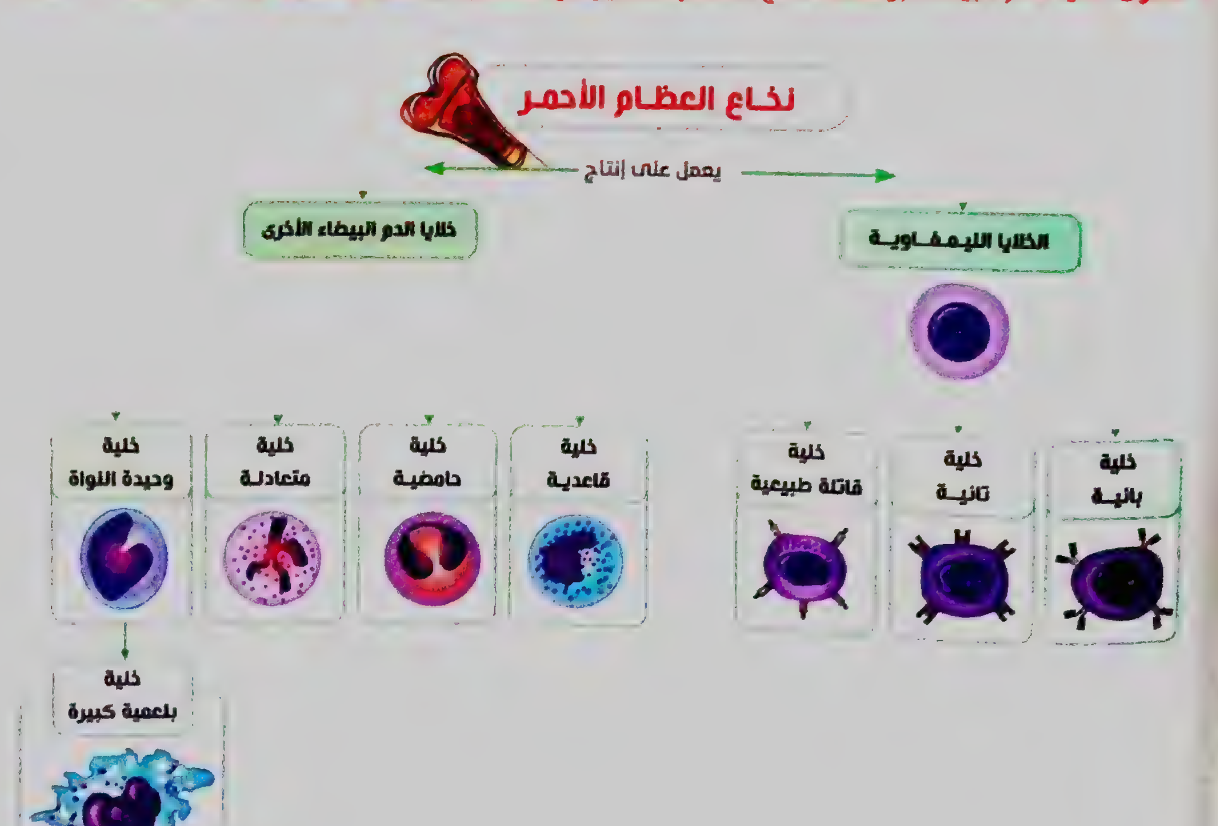
(د) الغدة التيموسية ونخاع العظام الأحمر والعقد الليمفاوية

٢ أى العمليات التالية بالنسبة للخلايا المناعية تتم فى الطحال ؟

(أ) الإنتاج
(ب) النضج
(ج) التمايز
(د) التخزين

ثانيًا خلايا الدم البيضاء Leucocytes

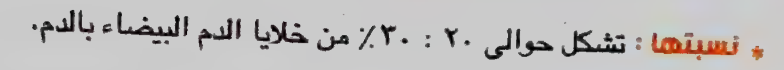
• تتكون خلايا الدم البيضاء بواسطة نخاع العظام الأحمر وهى تنقسم إلى خلايا ليمفاوية وخلايا دم بيضاء أخرى.



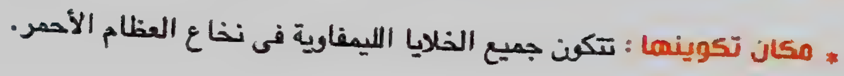
١ الخلايا الليمفاوية Lymphocytes

خلية ليمفاوية

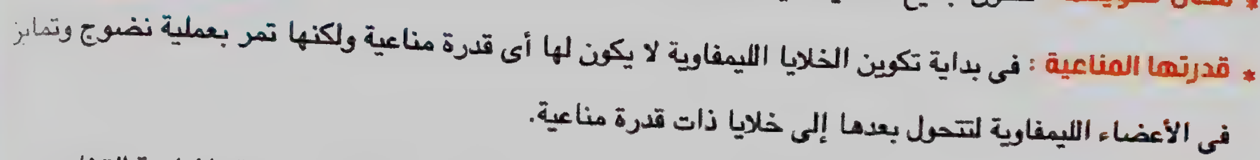
* هى نوع من خلايا الدم البيضاء غير المحببة.



* **نسبتها :** تشكل حوالى ٢٠ : ٣٠٪ من خلايا الدم البيضاء بالدم.

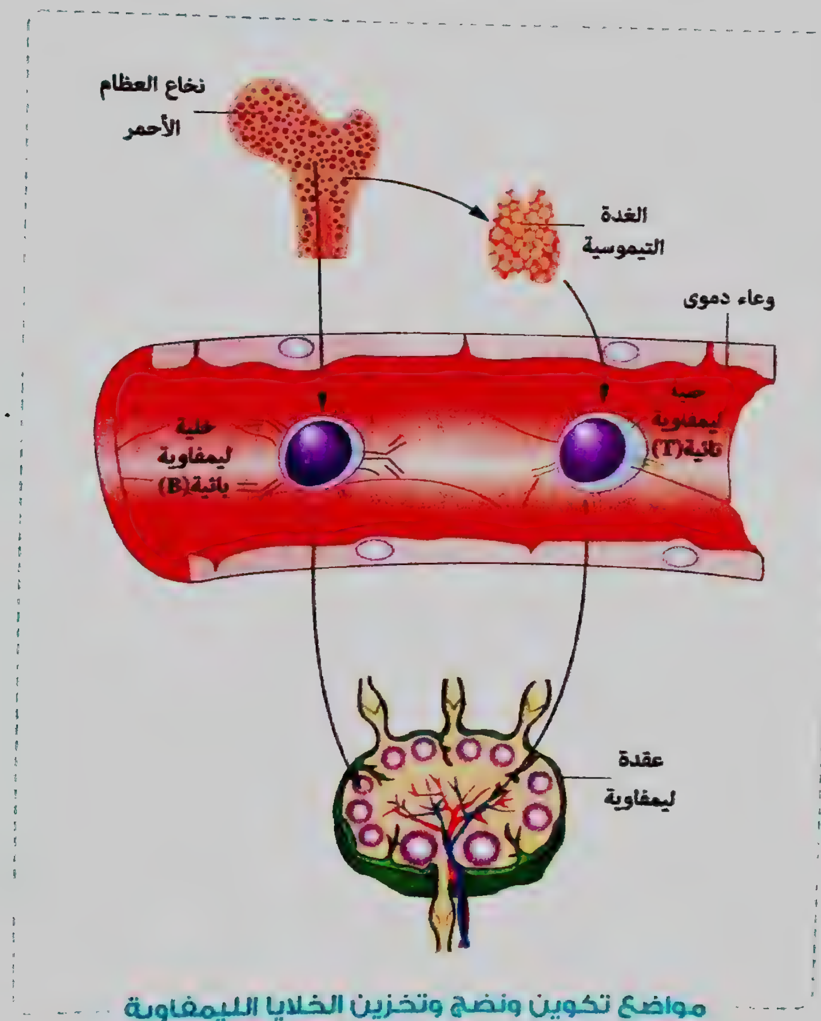


* **مكان تكوينها :** تتكون جميع الخلايا الليمفاوية فى نخاع العظام الأحمر.



* **قدرتها المناعية :** فى بداية تكوين الخلايا الليمفاوية لا يكون لها أى قدرة مناعية ولكنها تمر بعملية نضوج وتماي
فى الأعضاء الليمفاوية لتتحول بعدها إلى خلايا ذات قدرة مناعية.

* **وظيفتهـا :** تـدور فى الدم باحثة عن أى ميكروب أو جسـم غريب فتشـغل آلياتها الدفاعيـة والمناعية للتخلص من
شـرور هذه الميكروبات الممرضة التى تحاول غزو الجسـم والتكاثر والانتشار فيه، وتخريب أنسجته، وتعطيل وظائ
الحيوية الفسيولوجية.

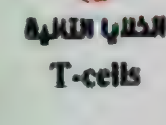
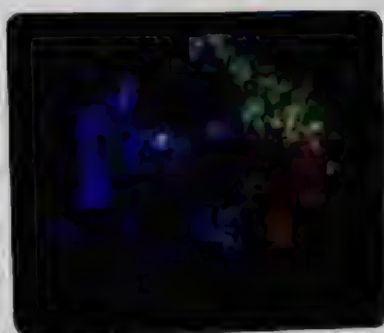


مواضع تكوين ونضج وتخزين الخلايا الليمفاوية

أضف إلى معلوماتك

سميت الخلايا الليمفاوية التائية (T) بهذا الاسم لأنها تنضج في الغدة التيموسية (Thymus gland)، بينما سميت الخلايا الليمفاوية البائية (B) بهذا الاسم لأن تم اكتشافها لأول مرة في غدة موجودة بالطيور عن طريق العالم فابريشس وسميت باسمه بعدها (Bursa of Fabricius).

• **أنواعها** : يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا الليمفاوية في الدم، كما يوضح الجدول التالي :

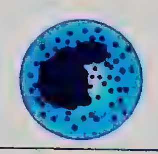
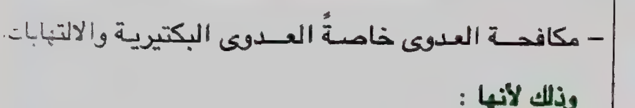
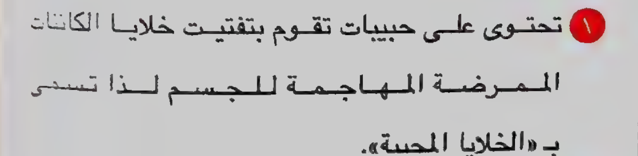
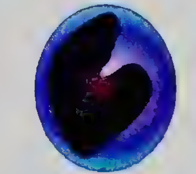
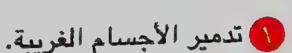
① **الخلايا البائية** B-cells	- **نسبتها** : تشكل حوالي ١٠ : ١٥ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم. - **مكان تكوينها ونضجها** : يتم إنتاجها ونضجها في نخاع العظام الأحمر. - **وظيفتها** : التعرف على أي ميكروبات أو مواد غريبة عن الجسم (مثل البكتيريا أو الفيروسات)، والالتصاق بها ثم إنتاج أجسام مضادة Antibodies لها لتقوم بتدميرها.
② **الخلايا التائية** T-cells	- **نسبتها** : تشكل حوالي ٨٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم. - **مكان تكوينها ونضجها** : تتكون في نخاع العظام الأحمر ويتم نضجها في الغدة التيموسية. - **أنواعها** : تتمايز إلى ثلاثة أنواع كل منها يقوم بوظيفة محددة، وهي : ① الخلايا التائية المساعدة Helper T-cells (T_H) : **وظيفتها** : (١) تنشط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية، وتحفزها للقيام باستجاباتها المناعية. (٢) تحفز الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة. ② الخلايا التائية السامة «القاتلة» Cytotoxic T-cells (T_C) : **وظيفتها** : تهاجم الخلايا الغريبة عن الجسم، مثل الخلايا السرطانية والأعضاء المزروعة وخلايا الجسم المصابة بالفيروس. ③ الخلايا التائية المثبطة «الكابحة» Suppressor T-cells (T_S) : **وظيفتها** : (١) تنظم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب. (٢) تثبط أو تكبح عمل الخلايا البائية (B) والتائية (T) بعد القضاء على الكائن المرض.  شاهد الفيديو
③ **الخلايا القاتلة الطبيعية** Natural killer cells (NK)	- **نسبتها** : تشكل حوالي ٥ : ١٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم. - **مكان تكوينها ونضجها** : يتم إنتاجها ونضجها في نخاع العظام الأحمر. - **وظيفتها** : مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات التي تفرزها. 

Key Points

- متوسط عدد الخلايا الليمفاوية = $\frac{\text{عدد خلايا الدم البيضاء} \times ٢٥}{١٠٠}$
- عدد الخلايا الليمفاوية التائية = $\frac{\text{عدد الخلايا الليمفاوية} \times ٨٠}{١٠٠}$
- متوسط عدد الخلايا الليمفاوية البائية = $\frac{\text{عدد الخلايا الليمفاوية} \times ١٢,٥}{١٠٠}$
- متوسط عدد الخلايا القاتلة الطبيعية = $\frac{\text{عدد الخلايا الليمفاوية} \times ٧,٥}{١٠٠}$

٢ خلايا الدم البيضاء الأخرى Other White Blood Cells

* تنقسم إلى أربعة أنواع أساسية، كالتالى :

نوع الخلايا	الشكل	الوظيفة
١ الخلايا القاعدية Basophils ٢ الخلايا الحامضية Eosinophils ٣ الخلايا المتعادلة Neutrophils		– مكافحة العدوى خاصةً العدوى البكتيرية والالتهابات. وذلك لأنها :  ١ تحتوى على حبيبات تقوم بتفتيت خلايا الكائنات الممرضة المهاجمة للجسم لذا تسمى بـ«الخلايا المحببة».  ٢ تقوم ببلعمة (ابتلاع وهضم) الكائنات الممرضة.
٤ الخلايا وحيدة النواة Monocytes (خلايا غير محببة)		١ تدمير الأجسام الغريبة.  ٢ تتحول إلى خلايا بلعمية عند الحاجة، والتى تلتهم بدورها الكائنات الغريبة عن الجسم.

ملحوظة

* خلايا الدم البيضاء القاعدية والحامضية والمتعادلة :
– يمكن التمييز بينها عن طريق حجمها وشكل النواة ولون الحبيبات الظاهرة بداخلها تحت المجهر.
– تبقى بالدورة الدموية لفترة قصيرة نسبيًا تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أيام.

٢ الخلايا البلعمية الكبيرة Macrophages

خلية بلعمية كبيرة

• أنواعها :

تشمل الخلايا البلعمية الكبيرة نوعين أساسيين هما كالتالى :

١ **الخلايا البلعمية الكبيرة الثابتة**	– **أماكن تواجدها :** تتواجد فى معظم أنسجة الجسم، ولذلك تسمى بأسماء مختلفة حسب النسيج الموجودة فيه. – **وظيفتها :** تتأهب لالتهام أى جسم غريب يتواجد بالقرب منها بعملية البلعمة حيث تقوم بالتقاط الميكروبات أو الأجسام الغريبة أو الخلايا الجسدية الهرمة (المسنة) ككريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم.
٢ **الخلايا البلعمية الكبيرة الدوارة (الجوالة)**	– **وظيفتها :** تقوم بـ : ١ التهام الأجسام الغريبة (عملية البلعمة). ٢ حمل المعلومات التى تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة الموجودة فى العقد الليمفاوية المنتشرة فى الجسم والتى تقوم بتجهيز الوسائل الدفاعية المناسبة مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة التى ستتعامل مع الميكروبات.

• عملية البلعمة Phagocytosis

هى عملية حيوية تتم بصورة أساسية بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا المتعادلة، حيث تقوم هذه الخلايا بابتلاع الأجسام الغريبة والخلايا الميتة فتبدأ بإحاطة الجسم المراد ابتلاعه عن طريق الغشاء البلازمى للخلية حتى يتم إحاطته بالكامل (نوع من الإدخال الخلوى) ويصبح داخل الخلية فى صورة فجوة يندمج معها بعد ذلك ليسوسوم أو أكثر، يتم تحليل الجسم الغريب بواسطة إنزيمات الليسوسوم الهاضمة (عملية الهضم) ثم تقوم الخلية بطرد الفضلات الناتجة عن الهضم إلى خارج الخلية خلال عملية تعرف بـ «الإخراج الخلوى Exocytosis».

مجاب عنها

50 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

ما مدى صحة العبارتين التاليتين، كل الأعضاء الليمفاوية تنتج خلايا ليمفاوية، وكل الخلايا الليمفاوية تنتج أجسام مضادة ؟

ⓐ العبارتان صحيحتان

ⓑ العبارة الأولى صحيحة والعبارة الثانية خطأ

ⓒ العبارة الأولى خطأ والعبارة الثانية صحيحة

ⓓ العبارتان خطأ

ثالثًا المواد الكيميائية المساعدة Assistant chemicals

* هى مواد تتعاون وتساعد الآليات المتخصصة للجهاز المناعى فى عملها.
* **أنواعها :** تتنوع المواد الكيميائية المساعدة، ومنها ما يلى :

① **الكيموكينات Chemokines**	– **وظيفتها :** تمثل عوامل جذب للخلايا المناعية البلعمية المتحركة مع الدم بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات أو الأجسام الغريبة وذلك للحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض.
② **الإنترليوكينات Interleukins**	– **وظيفتها :** ① تعمل كأداة اتصال أو ربط بين خلايا الجهاز المناعى المختلفة. ② تعمل كأداة اتصال أو ربط بين الجهاز المناعى وخلايا الجسم الأخرى. ③ مساعدة الجهاز المناعى فى أداء وظيفته الدفاعية.
③ **سلسلة المتممات (المكملات) Complements**	– هى مجموعة متنوعة من البروتينات والإنزيمات. – **وظيفتها :** تدمير الميكروبات الموجودة بالدم بعد ارتباط هذه المتممات بالأجسام المضادة عن طريق تحليل الأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروبات وإذابة محتوياتها لجعلها فى متناول خلايا الدم البيضاء لكى تلتهمها وتقضى عليها.
④ **الإنترفيرونات Interferons**	– هى عبارة عن عدة أنواع من البروتينات تنتج بواسطة خلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات، وهى غير متخصصة بفيروس معين. – **وظيفتها :** منع الفيروس من التكاثر والانتشار فى الجسم حيث إنها ترتبط بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة (التى لم تصب بالفيروس) وتحثها على إنتاج نوع من الإنزيمات يعمل على تثبيط عمل إنزيمات نسخ الحمض النووى للفيروس.

مجاب عنها

51 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

أى المواد التالية تمنع انتشار فيروس (C) فى الكبد ؟

(أ) الإنترفيرونات فقط
(ب) الإنترليوكينات فقط
(ج) الكيموكينات والإنترفيرونات
(د) الكيموكينات فقط

رابعًا الأجسام المضادة Antibodies

الأجسام المضادة

مواد بروتينية تسمى بـ «الجلوبيولينات المناعيــة (Immunoglobulins (Ig» وتظهر علــى شكل حرف (Y).

* **أماكن تواجدها :** توجد بالدم والليمف فى الحيوانات الفقارية والإنسان.
* **مصدرها :** يتم إنتاج الأجسام المضادة بواسطة الخلايا البائية البلازمية.
* **وظيفتهــا :** تقوم الأجســام المضــادة وجزيئــات المتممــات بالالتصاق بالأجســام الغريبــة (كالبكتيريا) لتجعلها فى متنــاول خلايا الدم البيضاء لكى تلتهمها وتقضى عليها.
* **كيفية تكوينها :**

١ يوجد على ســطح الأجســام الغريبة (كالبكتيريا) التى تغزو أنسجة الجسم مركبــات تســمــى «مولــدات الضــد أو المســتضدات أو الأنتيچينات Antigens».

٢ تقــوم الخلايــا المناعيــة البائيــة (B) بالتعرف على هذه الأجســام والمكونات الغريبة عن الجسم عن طريق ارتباط المستقبلات الموجودة على ســطح الخلايا البائية (B) بالأنتيچينات الموجودة على ســطح الميكروبات.

٣ تتحول الخلايــا البائيــة (B) إلــى خلايا بائيــة متخصصة تسمى «الخلايــا البائيــة البلازميــة» التــى بدورهــا تقوم بإنتاج الأجســام المضــادة التى تدور مع مجرى الــدم والليمف وهى مصممة لتضاد الأجسام الغريبة عن الجسم.

تذكر أن

* الليمف هو ســائل يترشــح من بلازما الدم أثناء مروره فى الأوعية الدموية.
* يحتــوى الليمف على جميع مكونات البلازما بالإضافة إلى عدد كبير من خلايا الدم البيضاء.

الأنتيچين Antigen

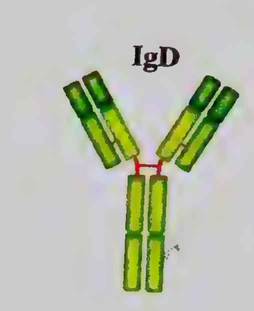
هو أى مــادة غريبة عن الجســم، ومن أمثلتهــا الجزيئــات التــى توجــد على أسطح الأجســام الغريبة مثل البكتيريا والفيروســات، وكذلــك المــواد التــى تنتجها هذه الميكروبات داخل الجســم مثــل الســموم، وتحفز الأنتيچينــات الخلايا الليمفاوية للقيام بسلسلة من الأنشطة الدفاعية تعرف بـ «الاستجابة المناعيــة» بهدف محاربــة الميكــروب والقضاء عليه.

ملحوظة

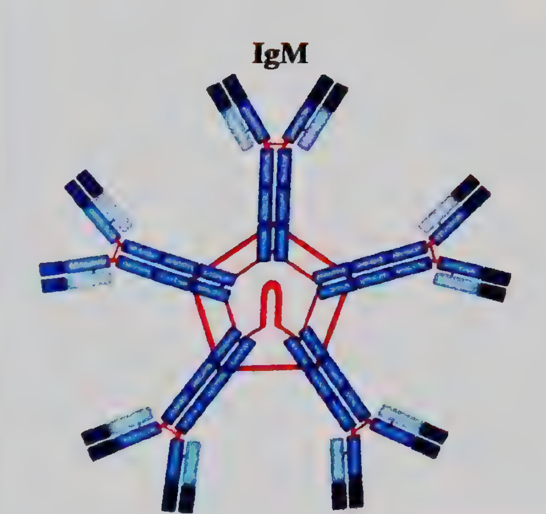
عندما تصادف الخلايا الليمفاوية البائية (B) الأنتيجينات لأول مرة تقوم بالانقســام المتكرر لتكوين مجموعات مـن الخلايـا البائيـة البلازمية تتخصص كل مجموعـة منها لإنتاج نوع واحد من الأجســام المضادة تتخصص لتضاد نوع واحد من الأنتيچينات التى توجد على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى الغريبة عن الجسم، مما يعنى أن الأجسام المضادة متخصصة فلكل جسم مضاد أنتيچين معين يرتبط به.

* **أنواعها :** يوجد خمسة أنــواع وهـــى :

١ IgM
٢ IgA
٣ IgG
٤ IgE
٥ IgD

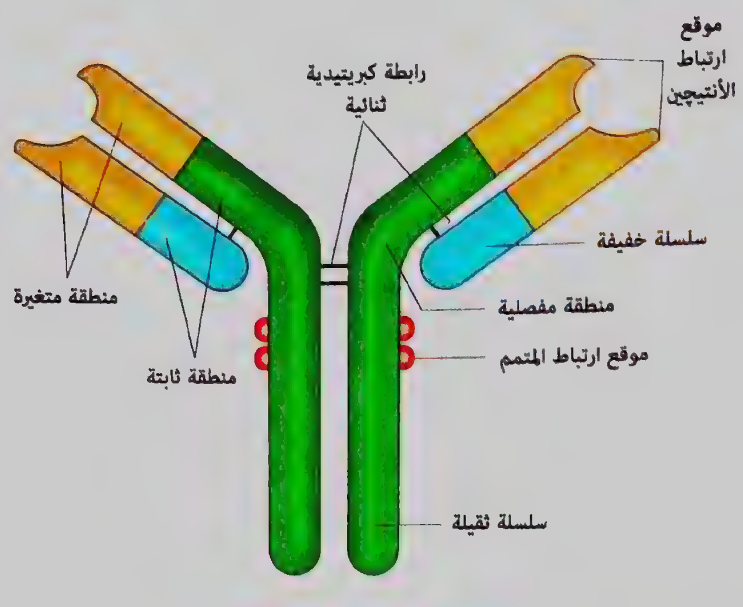


IgD



أنواع الأجسام المضادة

تركيب الجسم المضاد



تركيب الجسم المضاد

• يتركب الجسم المضاد من زوجين من السلاسل البروتينية :

- سلسلتان طويلتان، تسميان بـ «السلاسل الثقيلة».
- سلسلتان قصيرتان، تسميان بـ «السلاسل الخفيفة».

وترتبط السلاسل مع بعضها عن طريق روابط كبريتيدية ثنائية.

• تتكون السلاسل البروتينية من منطقتين :

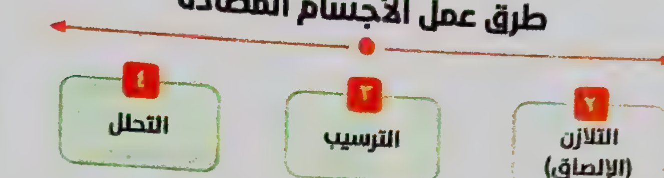
١ منطقة متغيرة (الجزء المتغير) تمثل موقع ارتباط الجسم المضاد بالأنتيجين :

- لكل جسم مضاد موقعان متماثلان للارتباط بالأنتيجين.
- يختلف شكل هذه المواقع من جسم مضاد لآخر نظرًا لاختلاف تشكيل الأحماض الأمينية (تتابعها وأنواعها وشكلها الفراغى) المكونة للسلسلة الببتيدية فى هذا الجزء التركيبى والتى تحدد تخصص كل جسم مضاد لنوع واحد من الأنتيجينات.
- تساعد هذه المواقع على حدوث الارتباط المحدد بين الأنتيجين والجسم المضاد الملائم له بطريقة تشبه القفل والمفتاح وذلك لتطابق الجزء المتغير للجسم المضاد مع الأنتيجين كصورة مرآة ويؤدى هذا الارتباط إلى تكوين مركب معقد من الأنتيجين والجسم المضاد.

٢ منطقة ثابتة (الجزء الثابت) ، وهو ثابت فى الشكل والتركيب فى جميع أنواع الأجسام المضادة.

طرق عمل الأجسام المضادة

* الأجسام المضادة ثنائية الارتباط، بينما الأنتيجينات لها مواقع ارتباط متعددة مما يجعل الارتباط بين الأجسام المضادة والأنتيجينات أمرًا مؤكدًا.
* تقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية :



١ التعادل Neutralization

* من أهم وظائف الأجسام المضادة فى مقاومة الفيروسات هى تحييد الفيروسات وإيقاف نشاط

عن طريق

١ ارتباط الأجسام المضادة بالأغلفة الخارجية للفيروسات وبذلك تمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانت أو النفاذ إلى داخلها.

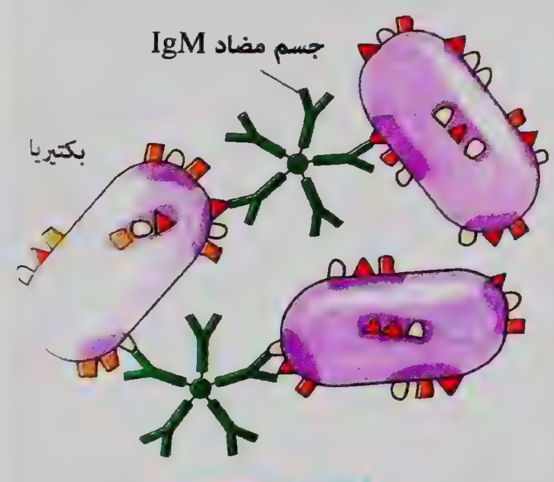
٢ منع الحمض النووى (المادة الوراثية) للفيروسات من الخروج من الخلايا المصابة والتناسخ ببقاء غلافها معلـ **وذلك** فى حالة اختراق الفيروسات لغشاء الخلية.

٢ التلازن (الإلصاق) Agglutination

* تحتوى بعض الأجسام المضادة مثل الجسم المضاد IgM على العديد من مواقع الارتباط مع الأنتيجينات مما يؤدى إلى ارتباط الجسم المضاد الواحد بأكثر من ميكروب،

وبالتالى تتجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفًا وعرضة للالتهام بالخلايا البلعمية.

لذلك يعتبر التلازن من أفضل طرق عمل الأجسام المضادة.



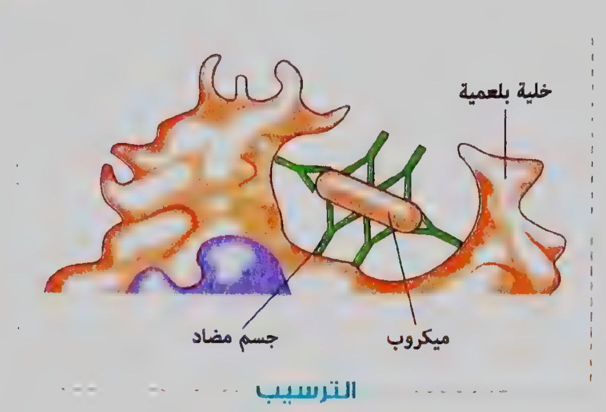
التلازن (الإلصاق)

ملحوظة

قد يحتوى الميكروب على أكثر من أنتيجين لذلك قد يرتبط به أكثر من جسم مضاد.

٣ الترسيب Precipitation

* يحدث عادةً فى الأنتيجينات الذائبة حيث يؤدى ارتباط الأجسام المضادة مع هذه الأنتيجينات إلى تكوين مركبات غير ذائبة على شكل راسب من الأنتيچين والجسم المضاد، وبالتالى يسهل على الخلايا البلعمية التهام هذا الراسب (تحفيز عملية البلعمة).



الترسيب

٤ التحلل Lysis

* يعمل اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيچينات على تنشيط بروتينات وإنزيمات خاصة تسمى «المتممات **Complements**».
* تقوم المتممات بتحليل أغلفة الأنتيچينات وإذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية.

٥ إبطال مفعول السموم Antitoxin

* تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالسموم مكونة مركبات من الأجسام المضادة والسموم.
* تقوم المركبات (المتكونة من ارتباط الأجسام المضادة بالسموم) بتنشيط المتممات فتتفاعل مع السموم تفاعلًا متسلسلًا يؤدى إلى إبطال مفعولها كما يساعد على التهامها من قِبل الخلايا البلعمية.

فى حالة عدم وجود الأجسام المضادة

فى حالة وجود الأجسام المضادة

إبطال مفعول السموم

Key Points

• عدد أنواع الأجسام المضادة التى تنتجها الخلايا البائية البلازمية.	٥ أنواع
• عدد مواقع الارتباط بالأنتيجين (عدد المناطق المتغيرة) فى الجسم المضاد (IgD أو IgE أو IgG).	٢ موقع ارتباط
• عدد مواقع الارتباط بالأنتيجينات فى الجسم المضاد (IgM).	١٠ مواقع ارتباط

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى مما يلى من خصائص الأجسام المضادة ؟

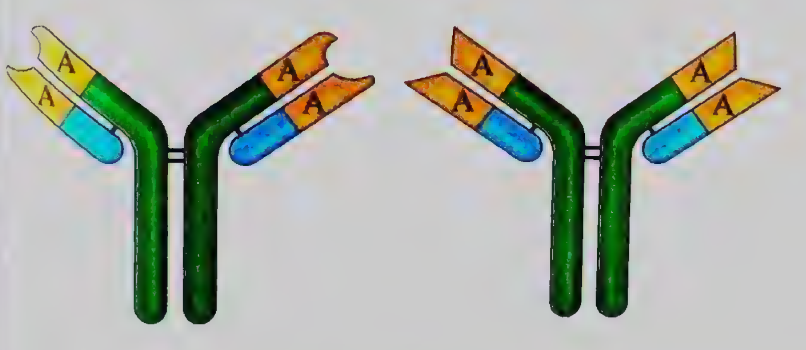
(أ) تفتت مسبب المرض

(ب) تنتجها خلايا الدم البيضاء القاعدية

(ج) ترتبط بمستضد محدد

(د) تنتجها الخلايا الليمفاوية لقتل جميع الميكروبات

٢ فى الشكلين المقابلين، تتشابه الوحدات البنائية المكونة للجزء (A) فى ....



(أ) تتابعها

(ب) أنواعها

(ج) شكلها الفراغى

(د) نوع الروابط الكيميائية بها

الفصل 4

الدرس الثالث

آلية عمل الجهاز المناعى فى الإنسان

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

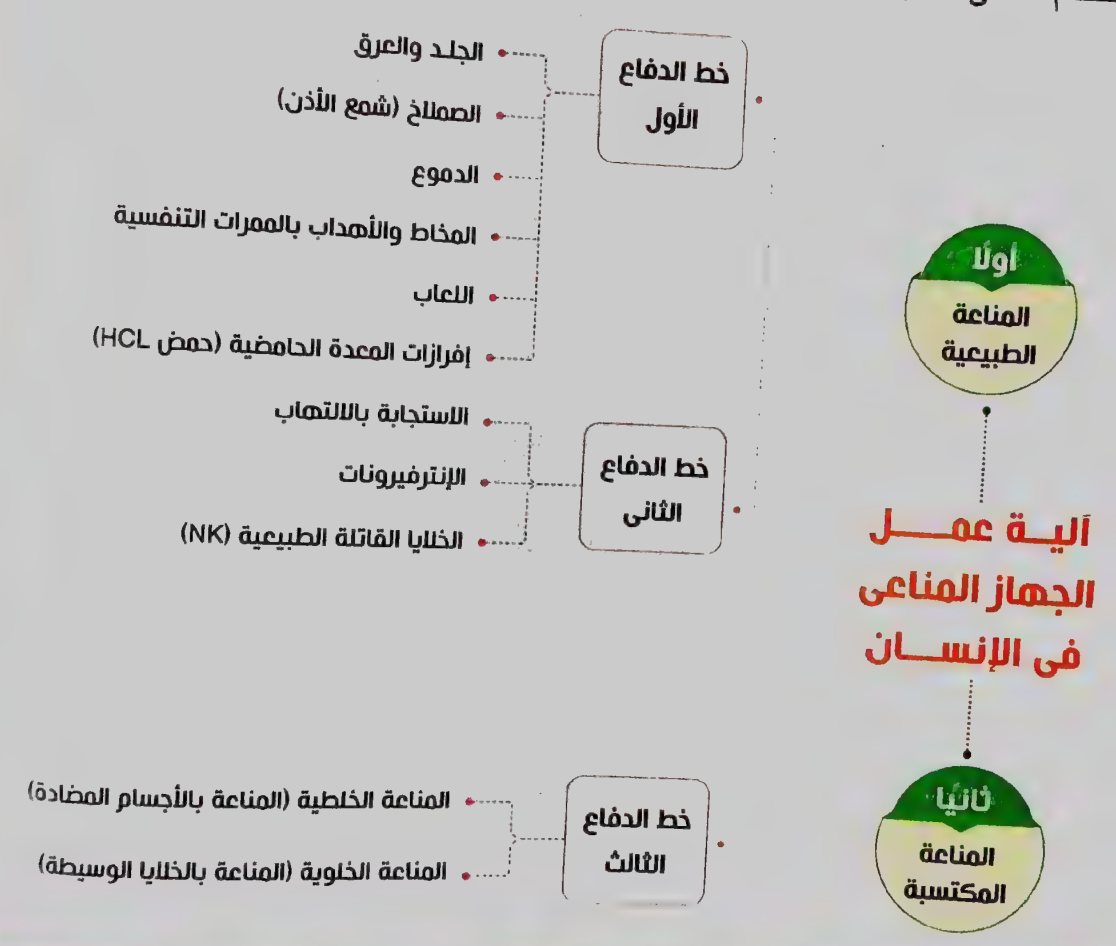
- يفسر آلية عمل الجهاز المناعى فى الإنسان.
- يحدد بعض وسائل المناعة الطبيعية فى الإنسان.
- يقارن بين المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة.
- يقدر جهود العلماء فى التقدم المذهل فى علم المناعة.
- يقدر عظمة الخالق فى دور بعض أعضاء الجسم فى حمايته من الميكروبات.

* **يعمل الجهاز المناعى وفق نظامين مناعيين، هما :**

١ المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية).

٢ المناعة المكتسبة (المتخصصة أو التكيفية).

* **بالرغم من اختلاف هذين النظامين عن بعضهما** إلا أنهما يعملان بتعاون وتنسيق معًا إذ أن المناعة الفطرية أساسية لأداء عمل المناعة المكتسبة بنجاح والعكس صحيح، فكل نظام مناعى يعمل وفق آليات مختلفة تقوم بتنشيط رد الفعل المناعى للنظام المناعى الآخر مما يسمح للجسم بالتعامل مع الكائنات المرضة (مسببات المرض) بنجاح.



أولًا المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية) Natural (non-specific or innate) immunity

* **المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية)**

مجموعة الوسائل الدفاعية التى تحمى الجسم، وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أى ميكروب أو أى جسم غريب يحاول دخول الجسم، وهى غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات.

• تمر المناعة الطبيعية **بخطين** دفاعيين متتاليين كالتالى :

١ خط الدفاع الأول

خط الدفاع الأول
مجموعة من الحواجز الطبيعية بالجسم (مثل : الجلد - المخاط - الدموع - العرق - حمض الهيدروكلوريك بالمعدة)، ووظيفتها الأساسية هى منع الكائنات الممرضة من دخول الجسم.

• **وسائل خط الدفاع الأول :**

١ **الجلد**	– يتميز بطبقة قرنية صلبة على سطحه تشكل عائقًا منيعًا لا يسهل اختراقه أو النفاذ منه. – يحتوى على مجموعة من الغدد العرقية تفرز **العرق** على سطحه والذى يعتبر سائل مميت لمعظم الميكروبات بسبب ملوحته.
٢ **الصملاخ (شمع الأذن)**	– مادة تفرزها الأذن تعمل على قتل الميكروبات التى تدخل الأذن مما يعمل على حمايتها.
٣ **الدموع**	– سائل يحمى العين من الميكروبات نظرًا لاحتواء الدموع على مواد محللة للميكروبات.
٤ **المخاط بالممرات التنفسية**	– سائل لزج يبطن جدر الممرات التنفسية وتلتصق به الميكروبات والأجسام الغريبة الداخلة مع الهواء، ثم تقوم **الأهداب** الموجودة ببطانة الممرات التنفسية بطرد هذا المخاط وما يحمله من ميكروبات وأجسام غريبة إلى خارج الجسم.
٥ **اللعاب**	– سائل يحتوى على بعض المواد القاتلة للميكروبات بالإضافة إلى بعض الإنزيمات المذيبة لها.
٦ **إفرازات المعدة الحامضية**	– تقوم خلايا بطانة المعدة بإنتاج وإفراز **حمض الهيدروكلوريك (HCl)** القوى الذى يسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام.

Key Points

• **خط الدفاع الأول بالجسم يشتمل على :**
– **وسائل ميكانيكية، مثل :** الجلد، الأغشية المبطنة للقناة الهضمية والأهداب فى بطانة الممرات التنفسية.
– **وسائل كيميائيـة، مثل :** العرق، الدموع، الصملاخ، المخاط، إفرازات المعدة الحامضية.

• الغدد العرقية والغدد الدمعية والغدد اللعابية تعتبر غدد مناعية ذات إفراز خارجى.

ب خط الدفاع الثانى

* يعمل خط الدفاع الثانى إذا ما نجحت الكائنات المرضة فى تخطى وسائل خط الدفاع الأول وقامت بغزو أنسجة الجسم من خلال جرح قطعى بالجلد مثلًا.

- خط الدفاع الثانى

نظام دفاعى داخلى يستخدم فيه الجسم طرق وعمليات غير متخصصة متلاحقة تحيط بالميكروبات لمنع انتشارها، وتبدأ هذه العمليات بحدوث التهاب شديد.

- الاستجابة بالالتهاب Inflammatory response

. تفاعل دفاعى غير تخصصى (غير نوعى) حول مكان الإصابة نتيجة لتلف الأنسجة الذى تسببه الإصابة أو العدوى.

* **خطوات الاستجابة بالالتهاب :**

١ عند غزو الميكروبات أو الأجسام الغريبة لأنسجة الجسم يحدث الالتهاب الذى يؤدى إلى حدوث بعض التغيرات فى موقع الإصابة حيث تقوم خلايا متخصصة (مثل : الخلايا الصارية Mast cells - خلايا الدم البيضاء القاعدية) بإفراز كميات من مواد كيميائية مولدة للالتهاب، من أهمها «مادة الهيستامين **Histamine**».

أضف إلى معلوماتك

الخلايا الصارية هى نوع من خلايا الدم البيضاء تتواجد بالأنسجة الضامة الرخوة خاصة تلك الموجودة أسفل الجلد وحول الأوعية الدموية والأوعية الليمفاوية، تتميز هذه الخلايا بسيتوبلازم غنى بمادة الهيستامين التى يتم إطلاقها عند تحفيز الخلايا الصارية بفعل العوامل المسببة للالتهاب أو الحساسية.

٢ تعمل المواد المولدة للالتهاب (مادة الهيستامين) على :

- تمدد الأوعية الدموية عند موقع الإصابة إلى أقصى مدى.
- زيادة نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل من الدورة الدموية وذلك يؤدى إلى
  - تورم الأنسجة فى مكان الالتهاب.
  - السماح بنفاذ المواد الكيميائية المذيبة والقاتلة للبكتيريا بالتوجه إلى موقع الإصابة.
  - إتاحة الفرصة لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة وكذلك الخلايا البلعمية الكبيرة لمحاربة وقتل الأجسام الغريبة والميكروبات.

ملحوظة

* هناك مكونان آخران لخط الدفاع الثانى يتواجدان فى معظم الأنسجة وهما :

- الإنترفيرونات.
- الخلايا القاتلة الطبيعية (NK).

الاستجابة بالالتهاب (غير المتخصصة)

١ تدخل البكتيريا إلى الجسم من خلال حدوث جرح، وتحفز البكتيريا الخلايا الصارية والخلايا القاعدية لإفراز مادة الهيستامين لمنطقة الجرح

٢ تسبب حبيبات الهيستامين تمدد واتساع الأوعية الدموية فيزداد تدفق البلازما منها إلى منطقة الجرح مسببة احمرار وتورم وألم

٣ تتجمع خلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة والبلعمية الكبيرة بمنطقة الجرح وتقوم بالتهام البكتيريا والخلايا المحطمة

53 اختبـر نفسـك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشـكل المقابـل يمثـل تأثيـر إحدى الاستجابـات المناعيـة للجسـم ضـد البكتيريـا الموضحـة بالشـكل، أى المواد التالية تسبب هذا التأثير ؟

(أ) كيراتين الجلد
(ب) إنزيمات اللعاب
(ج) الهيستامين
(د) الإنترفيرونات

٢ أى مما يلى يمثل الترتيب الصحيح للاستجابة بالالتهاب ؟

(أ) إفـراز الهيسـتامين / تمـدد الأوعية الدموية / زيادة تدفـق البلازما / زيادة نفاذية جـدران الأوعية الدموية
(ب) إفـراز الهيسـتامين / تمـدد الأوعية الدموية / زيادة نفاذيـة جدران الأوعية الدموية / زيـادة تدفق البلازما
(ج) إفراز الهيستامين / حـدوث التـورم / تمـدد الأوعيـة الدمويـة / زيـادة نفاذية جـدران الأوعية الدموية
(د) زيـادة نفاذيـة جدران الأوعية الدموية / إفراز الهيسـتامين / تمدد الأوعية الدمويـة / زيادة تدفق البلازما

ثانيًا المناعة المكتسبة (المتخصصة أو التكيفية) Acquired (Specific or adaptive) immunity

* تنشط المناعة المكتسبة فى الجسم (خط الدفاع الثالث) إذا ما أخفق خط الدفاع الثانى فى التخلص من الجسم الغريب.
* يتمثل خط الدفاع الثالث فى الخلايا الليمفاوية التى تسـتجيب بسلسـلة من الوسـائل الدفاعيـة التخصصيـة (النوعية) لمقاومة الكائن المسـبب للمـرض، وتسـمى هـذه الوسـائل الدفاعية مجتمعـة بـ «الاستجابة المناعية **The immune response**».

• الاستجابة المناعية
سلسلة الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعيـة) التـى تقـوم بهـا الخلايا الليمفاوية لمقاومة الكائن المسبب للمرض.

أضف إلى معلوماتك

يستطيع الجسـم أن يميـز خلايـا الجسـم نفسـها عن الخلايـا الغريبـة التى يجـب محاربتهـا والقضـاء عليها وذلـك بسـبب امتـلاك خلايـا الجسـم لبروتينـات خاصـة تسـمى بروتينـات التوافـق النسيجـى (MHC) Major Histocompatibility Complex يستطيع الجهاز المناعى تمييزها والتعرف عليها، أما الخلايا الغريبة عن الجسم فلا تمتلك هذه البروتينات ومن ثم فعند غزوها للجسم فإنها تنشط آليتى المناعة المكتسبة.

آليات المناعة المكتسبة

* تتم المناعة المكتسبة من خلال **آليتين** منفصلتين شكليًا لكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض وهما

(أ) المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة
(ب) المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة

★ فيما يلى سنتعرض لكل منهما بشىء من التفصيل :

١ المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة Humoral or antibody - mediated immunity

• المناعة الخلطية

الاستجابة المناعية التى تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية البائية (B) بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات الممرضة (كالبكتيريا والفيروسات) والسموم الموجودة فى سوائل الجسم (بلازما الدم والليمف) بواسطة الأجسام المضادة.

★ خطوات المناعة الخلطية :

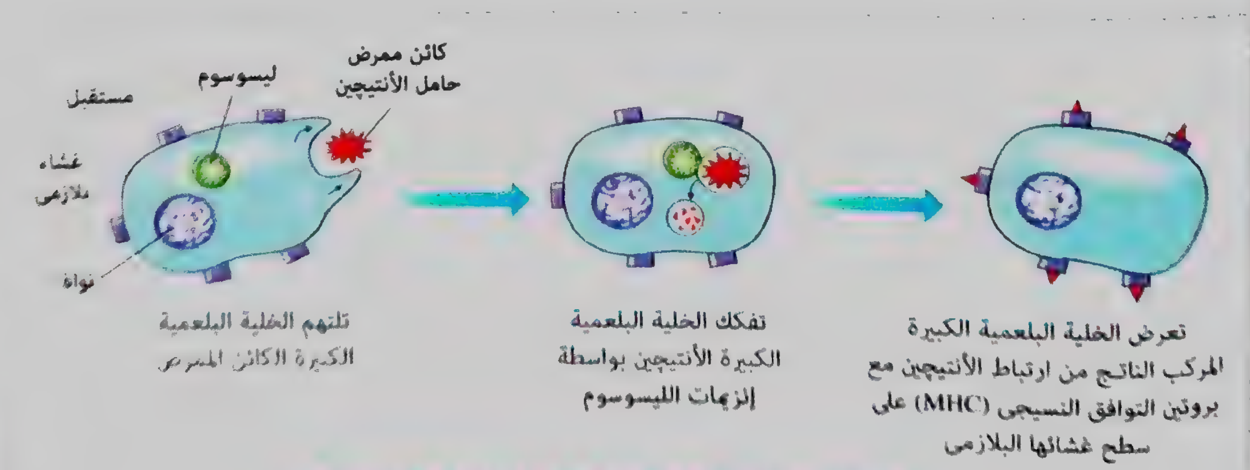
١ ارتباط الخلايا الليمفاوية البائية (B) بالأنتيجين :

- عند دخول كائن ممرض حاملًا على سطحه أنتيجين (مستضد) معين إلى الجسم تتعرف عليه الخلية الليمفاوية البائية (B) المختصة به ثم تلتصق به بواسطة المستقبلات المناعية الموجودة على سطحها.
- يرتبط الأنتيجين مع بروتين فى الخلايا الليمفاوية البائية (B) يطلق عليه «بروتين التوافق النسيجى **Major Histocompatibility Complex (MHC)**».
- ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجى إلى سطح الخلايا الليمفاوية البائية (B).

> **ملحوظة**
> الخلايا الليمفاوية البائية (B) عالية التخصص لأن كل منها يستجيب لأنتيجين معين واحد فقط.

٢ دور الخلايا البلعمية الكبيرة :

- فى نفس الوقت تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاع الأنتيجين وتفكيكه إلى أجزاء صغيرة بواسطة إنزيمات الليسوسوم.
- ترتبط هذه الأجزاء الصغيرة داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجى (MHC).
- ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجى (MHC) إلى سطح الغشاء البلازمى للخلايا البلعمية الكبيرة (أى يتم عرضه على سطحها الخارجى).



دور الخلايا البلعمية الكبيرة فى المناعة الخلطية

٣ تنشيط الخلايا التائية المساعدة (T_H) :

- تتعرف الخلايا التائية المساعدة (T_H) على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجى (MHC) المرتبط معه على سطح الخلية البلعمية الكبيرة.
- ترتبط الخلايا التائية المساعدة (T_H) عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين وبروتين التوافق النسيجى (MHC) لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة نشطة.
- تطلق الخلايا التائية المساعدة النشطة مواد بروتينية تسمى «**الإنترليوكينات**» تقوم بتنشيط الخلايا البائية (B) التى تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجى (MHC).

ملحوظة

لا تستطيع الخلايا التائية المساعدة (T_H) التعرف على الأنتيجين إلا بعد معالجته بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة وعرضه على غشائها البلازمى مرتبطاً مع جزيئات بروتين التوافق النسيجى (MHC).

٤ إنتاج الأجسام المضادة :

تبدأ الخلايا البائية (B) المُنشَّطة عملها بالانقسام والتضاعف، **لتتمايز فى النهاية إلى نوعين من الخلايا**

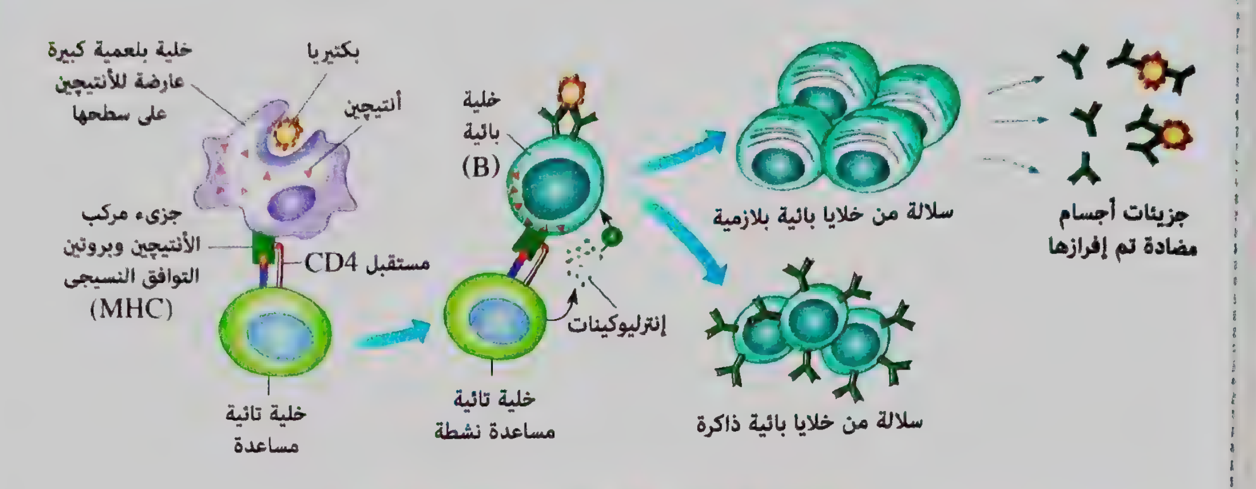
- **الخلايا البائية البلازمية Plasma B cells** التى تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة التى تدور عبر الأوعية الليمفاوية ومجرى الدم لمحاربة العدوى.
- **خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة Memory B cells** تبقى فى الدم لمدة طويلة (من ٢٠ : ٣٠ سنة) لتتعرف على نفس الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية، حيث تنقسم وتتمايز إلى **خلايا بلازمية تفرز أجسام مضادة** له وبالتالى تكون الاستجابة سريعة.

٥ تدمير الكائنات المرضة (الميكروبات) :

تصل الأجسام المضادة التى أنتجتها الخلايا البلازمية إلى الدورة الدموية عن طريق الليمف لترتبط بالأنتيجينات الموجودة على سطح الكائنات المرضة مما يثير الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الأنتيجينات من جديد وتستمر هذه العملية لعدة أيام أو أسابيع.

ملحوظة

الأجسام المضادة التى تُكوِّنها الخلايا البلازمية غير فعالة فى تدمير بعض الخلايا الغريبة مثل الخلايا المصابة بالفيروس وذلك لأن الأجسام المضادة غير قادرة على المرور عبر أغشية الخلايا بسبب جزيئاتها الكبيرة نسبياً، وبالتالى لا تستطيع الوصول إلى الفيروس الذى يتكاثر داخل الخلية، وفى هذه الحالة تتم مقاومة هذه الخلايا الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية التائية (T).



المناعة الخلطية (بالأجسام المضادة)

علم الأحياء فى حياتنا اليومية

- **اللقاح Vaccine :**

عبارة عن أنتيجين قادر على إحداث المناعة وغير قادر على إحداث المرض، حيث يحتوى على الميكروب المسبب للمرض فى صورة ضعيفة وفى بعض الأحيان تُعطى أجزاء من مكونات الميكروبات أو السموم التى تفرزها بعد معالجتها كيميائيًا لتصبح غير ضارة، ويستثير اللقاح الجسم لإنتاج أجسام مضادة ضد الميكروب وتكوين مناعة ضده ويطلق على المناعة الناتجة عن اللقاح اسم (المناعة الإيجابية الاصطناعية طويلة المدى).

- المناعة الإيجابية تعد طبيعية إذا عقبت الإصابة بالمرض نفسه.

- **المصل Serum :**

عبارة عن الأجسام المضادة الجاهزة أو مضادات السموم الجاهزة التحضير، والتى تؤدى مفعولها فور إعطائها، ويستمر هذا المفعول لفترات قصيرة، ويطلق على المناعة الناتجة عن الحقن بالأمصال اسم (المناعة السلبية الاصطناعية قصيرة المدى) والتى يتم اللجوء إليها فى حالة حدوث وباء وعدم وجود وقت كاف لاكتساب مناعة إيجابية ضد الميكروب المسبب لهذا الوباء.

- يحتوى لبن الأم على أجسام مضادة لتمد الرضيع بمناعة طبيعية قصيرة المدى.

مجاب عنها

54 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

خلية دم بيضاء

بكتيريا

١ من الشكل المقابل الذى يوضح إحدى خلايا الدم البيضاء أثناء قيامها بدورها المناعى بالجسم، أى مما يلى من المتوقع أن يتم بعد هذه المرحلة مباشرةً ؟

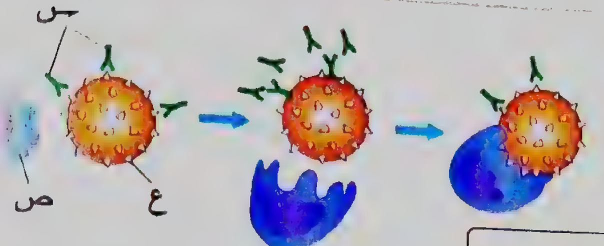
(أ) ارتباط نواتج التفكيك مع بروتين MHC ليعرض على سطح خلية الدم المتعادلة

(ب) استخدام الفتات فى بناء الهيستامين

(ج) تفتيت الخلية البكتيرية

(د) طرد الفتات لبلازما الدم

٢ الشكل المقابل يوضح آلية عمل إحدى الخلايا المناعية داخل جسم الإنسان، أى الاختيارات فى الجدول التالى يعتبر صحيحًا ؟



	س	ص	ع
(أ)	أجسام مضادة	خلايا بلعمية	أنتيجينات
(ب)	أجسام مضادة	أنتيجينات	خلايا متعادلة
(ج)	أنتيجينات	أجسام مضادة	خلايا متعادلة
(د)	أجسام مضادة	أنتيجينات	خلايا بلعمية

ب المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة Cellular or Cell - mediated immunity

• المناعة الخلوية

الاستجابة المناعية التى تقوم بها الخلايا الليمفاوية التائية (T) بواسطة المستقبلات الموجودة على أغشيتها التى تكسبها الاستجابة النوعية للأنتيجينات.

• خطوات المناعة الخلوية :

١ دور الخلايا البلعمية الكبيرة :

– عند دخول الكائن المرض (البكتيريا أو الفيروسات) إلى الجسم فإن الخلايا البلعمية الكبيرة تقوم بابتلاعه ثم تفكيكه (تفكيك أنتيجين الكائن الممرض) إلى أجزاء صغيرة.

– ترتبط هذه الأجزاء الصغيرة داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجى (MHC).

• الاستجابة النوعية للأنتيجينات

إنتاج كل خلية تائية (T) أثناء عملية النضج نوع من المستقبلات Receptors الخاصة بغشائها، وبذلك يمكن لكل نوع من المستقبلات الارتباط بنوع واحد من الأنتيجينات.

- ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيچين مع بروتين التوافق النسيجى (MHC) إلى سطح الغشاء البلازمى للخلايا البلعمية الكبيرة (أى يتم عرضه على سطحها الخارجى).

٥ تنشيط الخلايا التائية المساعدة (T_H) :

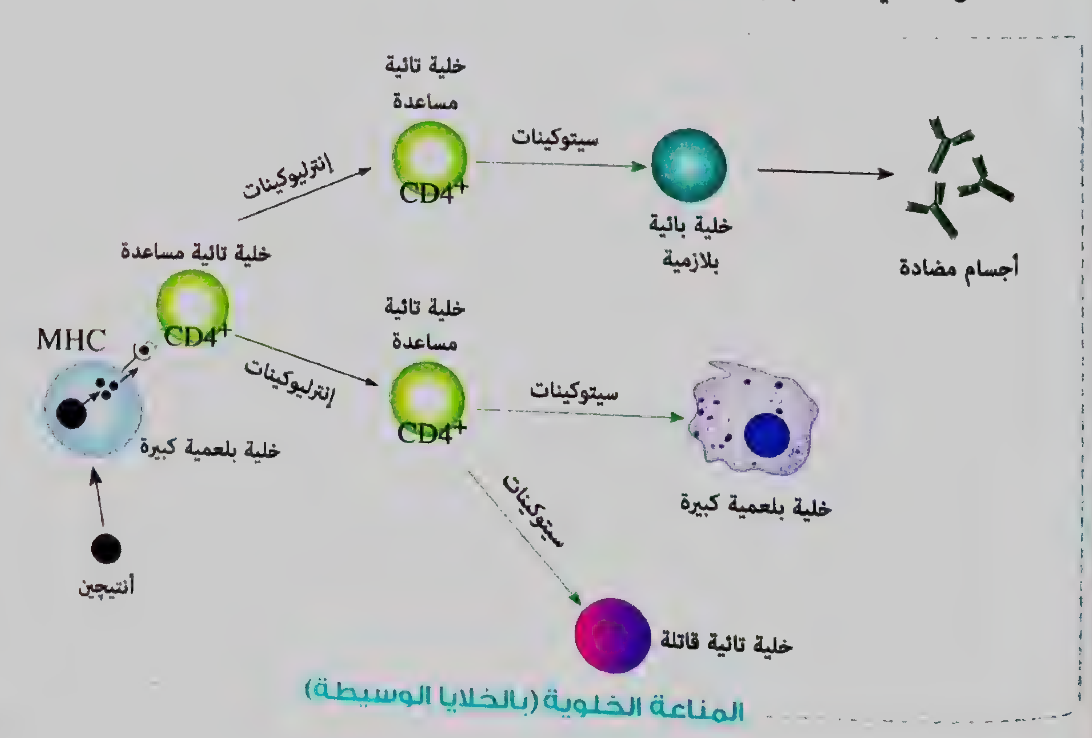
- ترتبط الخلايا التائية المساعدة (T_H) عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيچين مع بروتين التوافق النسيجى (MHC) لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة مُنشَّطة.
- **تقوم الخلايا التائية المساعدة (T_H) المُنشَّطة بـ :**

(١) إطلاق بروتينات **الإنترليوكينات** التى تقوم بتنشيط (تحفيز) الخلايا التائية المساعدة التى ارتبطت بها كى تنقسم لتكون سلالة من :

- الخلايا التائية المساعدة (T_H) المُنشَّطة.
- خلايا (T_H) ذاكرة تبقى فى الدم لمدة طويلة لتتعرف على نفس نوع الأنتيچين إذا دخل مرة ثانية للجسم.

(٢) إفراز عدة أنواع من بروتينات **السيتوكينات** التى تعمل على :

- جذب الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد غفيرة.
- تنشيط الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا الليمفاوية البائية (B) والأنواع الأخرى من الخلايا الليمفاوية التائية السامة «القاتلة» (T_C) وبالتالى تنشيط آليتى المناعة (المناعة الخلوية والمناعة الخلطية).
- تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) لمهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية كالخلايا السرطانية أو الخلايا المصابة بالكائنات المرضة.

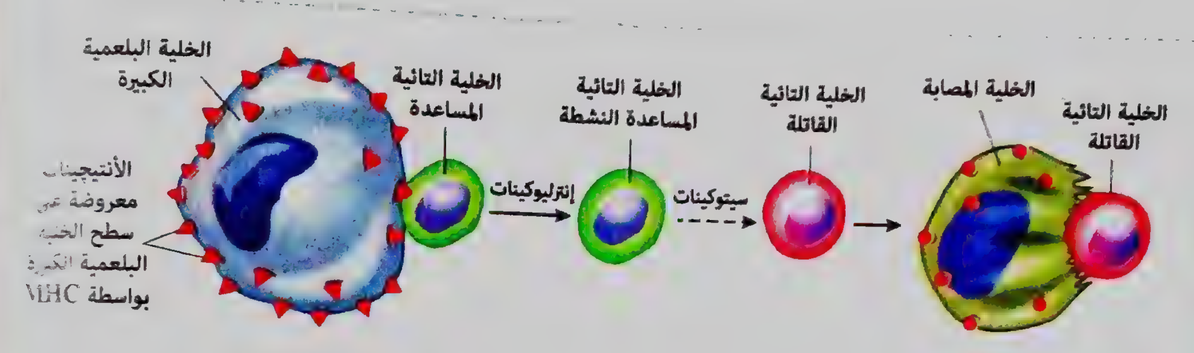


المناعة الخلوية (بالخلايا الوسيطة)

دور الخلايا التائية السامة «القاتلة» (T_C) :

تتعرف الخلايا التائية السامة (T_C) بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها على الأجسام الغريبة كالأنسجة المزروعة فى الجسم أو أنتيجينات الميكروبات التى تدخل الجسم أو الخلايا السرطانية وترتبط بها ثم تقضى عليها عن طريق إفراز :

- بروتين البيرفورين **Perforin** (البروتين صانع الثقوب) الذى يعمل على تثقيب غشاء الجسم الغريب.
- سموم ليمفاوية تنشط چينات معينة فى نواة الخلايا المصابة مما يؤدى إلى تفتيت نواة الخلية وموتها.



دور الخلايا التائية القاتلة فى المناعة الخلوية

تثبيط الاستجابة المناعية :

بعد أن يتم القضاء على الأنتيجينات الغريبة ترتبط الخلايا التائية المثبطة (T_S) بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها مع الخلايا البائية البلازمية والخلايا التائية المساعدة (T_H) والخلايا التائية السامة (T_C) وذلك لتحفيزها على إفراز بروتينات الليمفوكينات **Lymphokins** التى تثبط (تكبح) الاستجابة المناعية أو تعطلها مما يؤدى إلى :

- توقف الخلايا البائية البلازمية عن إنتاج الأجسام المضادة.
- موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة والسامة المُنشَّطة.

ملحوظة

بعد تثبيط الاستجابة المناعية تُختزن بعض الخلايا الليمفاوية (البائية البلازمية والتائية المساعدة (T_H) والتائية السامة (T_C)) لتكون مهيأة لمكافحة أى عدوى أخرى عند الحاجة.

Key Points

- أكثر خلايا الدم البيضاء تخصصًا هي الخلايا الليمفاوية، وأكثر الخلايا الليمفاوية تخصصًا هي الخلايا البائية.

- **الخلايا المناعية الملتهمة :**
  - الخلايا البلعمية الكبيرة.
  - خلايا الدم البيضاء المتعادلة.
  - خلايا الدم البيضاء الحامضية.
  - خلايا الدم البيضاء القاعدية.

- **الخلايا العارضة على سطحها الأنتيچينات :**
  - الخلايا الليمفاوية البائية.
  - الخلايا البلعمية الكبيرة.

- **أنواع المستقبلات المناعية على سطح الخلايا التائية (T) :**
  - CD4 على سطح T_H
  - CD8 على سطح T_C
  - CD8 على سطح T_S

55 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

ادرس المخطط المقابل ثم أجب، إلى ماذا تشير الحروف (ع) ، (ل) ، (م) على الترتيب ؟

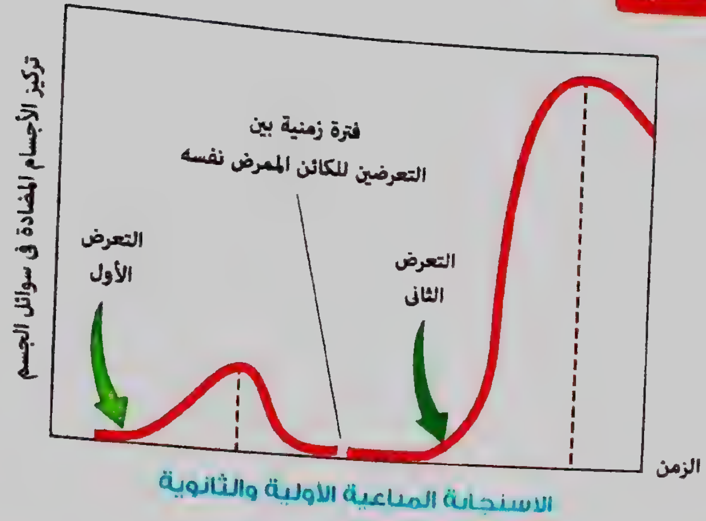
أ) سيتوكينات / ليمفوكينات / خلايا تائية مثبطة

ب) ليمفوكينات / سيتوكينات / خلايا تائية مثبطة

ج) سيتوكينات / إنترليوكينات / خلايا تائية مثبطة

د) ليمفوكينات / سيتوكينات / إنترليوكينات

مراحل المناعة المكتسبة



الاستجابة المناعية الأولية والثانوية

* **تحدث المناعة المكتسبة على مرحلتين وهما :**

المرحلة الأولى	المرحلة الثانية
الاستجابة المناعية الأولية **Primary immune response**	**الاستجابة المناعية الثانوية** **Secondary immune response**
هى استجابة الجهاز المناعى لكائن ممرض جديد.	هى استجابة الجهاز المناعى لنفس الكائن المرض الذى سبق الإصابة به.
الخلايا الليمفاوية البائية والتائية هى المسئولة عن الاستجابة المناعية الأولية حيث تستجيب لأنتيجينات الكائن المرض وتهاجمها حتى تقضى عليها.	خلايا الذاكرة هى المسئولة عن الاستجابة المناعية الثانوية لأنها تختزن معلومات عن الأنتيجينات التى حاربها الجهاز المناعى فى الماضى.
الاستجابة المناعية الأولية استجابة بطيئة لأنها تستغرق وقتًا (ما بين ٥ : ١٠ أيام) للوصول إلى أقصى إنتاجية من الخلايا الليمفاوية البائية والتائية، والتى تكون فى حاجة إلى الوقت كى تتضاعف.	الاستجابة المناعية الثانوية استجابة سريعة جدًا لأنه غالبا ما يتم تدمير الكائن المرض قبل أن تظهر أعراض المرض.
يصاحب الاستجابة المناعية الأولية ظهور أعراض المرض لأن العدوى تصبح واسعة الانتشار فى الجسم.	لا يصاحب الاستجابة المناعية الثانوية ظهور أعراض المرض لأنه يتم تدمير الكائن المرض بسرعة.
يتكون خلالها خلايا الذاكرة (البائية والتائية) وتبقى كامنة فى الدم.	تنشط خلالها خلايا الذاكرة التى سبق تكوينها فى الاستجابة المناعية الأولية.

Key Points

- المدة التى تبقى فيها الخلايا الليمفاوية الذاكرة فى الدم ← من ٢٠ : ٣٠ سنة
- الوقت الذى تستغرقه الاستجابة المناعية الأولية ← يتراوح ما بين ٥ : ١٠ أيام
- **تفسير الاستجابة المناعية الأولية والثانوية من خلال الشكل المقابل :**

– فى الفترة أ ← ب : تنشط الخلايا البائية والخلايا التائية المساعدة والخلايا البائية البلازمية، ويبدأ تكوين الأجسام المضادة وخلايا الذاكرة.

– فى الفترة ب ← حـ : تنشط الخلايا التائية المثبطة وتفرز بروتينات الليمفوكينات.

– فى الفترة ء ← هـ : تستجيب خلايا الذاكرة وتنشط سريعًا وتتكون الأجسام المضادة.

خلايا الذاكرة Memory Cells

خلايا الذاكرة

نوع من الخلايا تختزن معلومات عن الأنتيجينات التى حاربها الجهاز المناعى فى الماضى.

• أنواعها : يحتوى جسم الإنسان على نوعين من خلايا الذاكرة وهما :

١ خلايا الذاكرة البائية.
٢ خلايا الذاكرة التائية.

• خصائصها :

١ تتكون خلايا الذاكرة أثناء الاستجابة المناعية الأولية.

٢ تعيش خلايا الذاكرة عشرات السنين أو قد يمتد بها الأجل طول العمر، بينما لا تعيش الخلايا البائية والخلايا التائية إلا أيامًا معدودة.

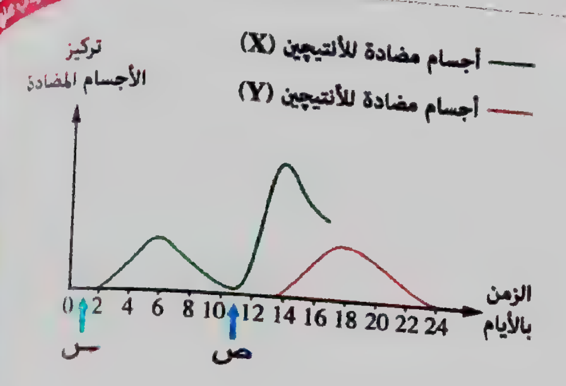
٣ أثناء المجابهة الثانية مع نفس الكائن المرض، تستجيب خلايا الذاكرة للكائن المرض فور دخوله إلى الجسم فتبدأ فى الانقسام سريعًا وينجم عن نشاطها السريع إنتاج العديد من الأجسام المضادة والعديد من الخلايا التائية النشطة خلال وقت قصير.

• مثال : لا يصاب الإنسان بالحصبة إلا مرة واحدة فى حياته لأنه اكتسب مناعة ضد الإصابة بهذا المرض.

56 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

فى الشكل البيانى المقابل تم حقن شخص متطوع بنوعين مختلفين من الأنتيچينات (Y) ، (X) وتم قياس تركيز الأجسام المضادة فى دمه على فترات زمنية منتظمة، استنتج من الشكل أى الاختيارات فى الجدول التالى يوضح ما تم حقنه عند كل من (س) ، (ص) ؟



	عند (س) تم حقن	عند (ص) تم حقن
أ	أنتيچين (X)	أنتيچين (Y)
ب	أنتيچين (Y)	أنتيچين (X)
ج	أنتيچين (Y)	أنتيچينين (Y) ، (X)
د	أنتيچين (X)	أنتيچينين (Y) ، (X)

★ **يمكن تلخيص ما سبق دراسته فيما يلى :**

1 جدول يوضح الخلايا المناعية والمواد الكيميائية المشاركة فى خطوط الدفاع الثلاثة بالجسم

	الخلايا المناعية المشاركة	المواد الكيميائية المشاركة
خط الدفاع الأول		* إنزيمات مذيبة للميكروبات. * حمض الهيدروكلوريك. * الصملاخ. * الأملاح بالعرق.
خط الدفاع الثانى	* الخلايا الصارية. * خلايا الدم البيضاء القاعدية. * الخلايا وحيدة النواة. * الخلايا البلعمية الكبيرة. * الخلايا القاتلة الطبيعية. * خلايا الدم البيضاء المتعادلة.	* الهيستامين. * الإنترفيرونات. * الكيموكينات.
خط الدفاع الثالث	* الخلايا البلعمية الكبيرة. * الخلايا البائية. * الخلايا البائية البلازمية. * الخلايا البائية الذاكرة. * الخلايا التائية المساعدة. * الخلايا التائية السامة. * الخلايا التائية المثبطة. * الخلايا التائية الذاكرة. * الخلايا القاتلة الطبيعية.	* الإنترليوكينات. * السيتوكينات. * الأجسام المضادة. * سلسلة المتممات. * البيرفورين. * السموم الليمفاوية. * الكيموكينات. * الليمفوكينات.

٢ جدول يوضح المواد المفرزة (أو المنتجة) من بعض الخلايا ودورها

الخلايا	المادة المفرزة (أو المنتجة)	دورها
القاتلة الطبيعية (NK)	إنزيمات	* مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية والقضاء عليها.
★ الصارية. ★ البيضاء القاعدية.	الهيستامين	* تمدد الأوعية الدموية عند موقع الإصابة إلى أقصى مدى. * زيادة نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل من الدورة الدموية.
خلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات	الإنترفيرونات	* منع الفيروس من التكاثر والانتشار فى الجسم حيث إنها ترتبط بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة (التى لم تصب بالفيروس)، وتحثها على إنتاج نوع من الإنزيمات يعمل على تثبيط عمل إنزيمات نسخ الحمض النووى للفيروس.
البائية البلازمية	أجسام مضادة	* تقوم الأجسام المضادة وجزيئات المتممات بالالتصاق بالأجسام الغريبة لجعلها فى متناول خلايا الدم البيضاء لكى تلتهمها وتقضى عليها.
التائية المساعدة (T_H)	إنترليوكينات	* تنشيط الخلايا البائية (B) التى تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجى (MHC). * تنشيط الخلايا التائية المساعدة (T_H) كى تنقسم لتكوِّن سلالة من : – الخلايا التائية المساعدة المنشطة. – خلايا (T_H) ذاكرة.
	سيتوكينات	* جذب وتنشيط الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد غفيرة. * تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) والخلايا البائية (B) والأنواع الأخرى من الخلايا التائية السامة (T_C).
التائية السامة (T_C)	بروتين البيرفورين	* تثقيب غشاء الجسم الغريب.
	سموم ليمفاوية	* تنشيط جينات معينة فى نواة الخلايا المصابة، مما يؤدى إلى تفتيت نواة الخلية وموتها.
التائية الكابحة (T_S)	ليمفوكينات	* تثبيط (كبح) الاستجابة المناعية أو تعطلها مما يؤدى إلى : – توقف الخلايا البائية البلازمية عن إنتاج الأجسام المضادة. – موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة والسامة المُنشَّطة.

٣ مقارنة بين المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة فى الإنسان

المناعة الطبيعية فى الإنسان	المناعة المكتسبة فى الإنسان
مجموعة الوسائل الدفاعية التى تحمى الجسم وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أى ميكروب أو جسم غريب يحاول دخول الجسم.	سلسلة الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) التى ... بها الخلايا الليمفاوية لمقاومة الكائن المسبب للمرض.
غير متخصصة أو فطرية أو موروثة.	متخصصة أو تكيفية.
لا تُكوِّن خلايا الذاكرة.	تُكوِّن خلايا الذاكرة خلال الاستجابة المناعية الأولى.
تمر بخطى دفاع متتاليين وهما : ① خط الدفاع الأول (الجلد، الصملاخ، الدموع، المخاط والأهداب بالممرات التنفسية، اللعاب، إفرازات المعدة الحامضية). ② خط الدفاع الثانى (الاستجابة بالالتهاب، الإنترفيرونات، الخلايا القاتلة الطبيعية).	تمثل خط الدفاع الثالث والذى يتم من خلال ... وهما : ① المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة. ② المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة.

٤ مقارنة بين المناعة الخلطية (المناعة بالأجسام المضادة) والمناعة الخلوية (المناعة بالخلايا الوسيطة)

المناعة الخلطية | **المناعة الخلوية**

أوجه التشابه

كلاهما يمثلان مناعة مكتسبة (متخصصة أو تكيفية) أى أنهما يمثلان خط الدفاع الثالث الذى يلجأ إليه الجسد إذا أخفق خط الدفاع الثانى فى التخلص من الأجسام الغريبة

أوجه الاختلاف

	المناعة الخلطية	المناعة الخلوية
① وصفها	استجابة مناعية تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية البائية (B) بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات المرضة (كالبكتيريا والفيروسات) والسموم الموجودة فى سوائل الجسم وذلك بواسطة الأجسام المضادة.	استجابة مناعية تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية التائية (T) بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات المرضة التى تعبر أغشية الخلايا وذلك بواسطة المستقبلات الموجودة على أسطح الخلايا التائية المختلفة
② الخلايا التى تشترك فى القيام بها	الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا البائية والخلايا التائية المساعدة (T_H).	الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا التائية المساعدة (T_H) والخلايا التائية السامة (T_C) والخلايا البائية (B) والخلايا القاتلة الطبيعية (NK).

٣ أنواع المواد الكيميائية المتكونة

- الإنترليوكينات - الأجسام المضادة - المتممات.

- الإنترليوكينات - السيتوكينات - الأجسام المضادة - البيرفورين - السموم الليمفاوية - المتممات.

٤ كيفية القضاء على الكائن المرض

- **تنقسم الخلايا البائية (B) المُنشَّطة وتتضاعف لتتمايز إلى نوعين من الخلايا وهما :**

(١) خلايا بائية بلازمية تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة التى تدور عبر الأوعية الليمفاوية ومجرى الدم لترتبط بالأنتيجينات الموجودة على سطح الكائنات المرضة مما يثير الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الأنتيجينات.

(٢) خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة تبقى فى الدم لمدة طويلة لتتعرف على نفس الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية.

- **تقوم الخلايا التائية المساعدة المُنشَّطة بإفراز عدة أنواع من بروتينات السيتوكينات التى تعمل على :**

(١) جذب الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد غفيرة.

(٢) تنشيط الأنواع الأخرى من الخلايا الليمفاوية التائية القاتلة أو السامة (T_C).

(٣) تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) لمهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية كالخلايا السرطانية أو الخلايا المصابة بالكائنات المرضة والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات التى تفرزها.

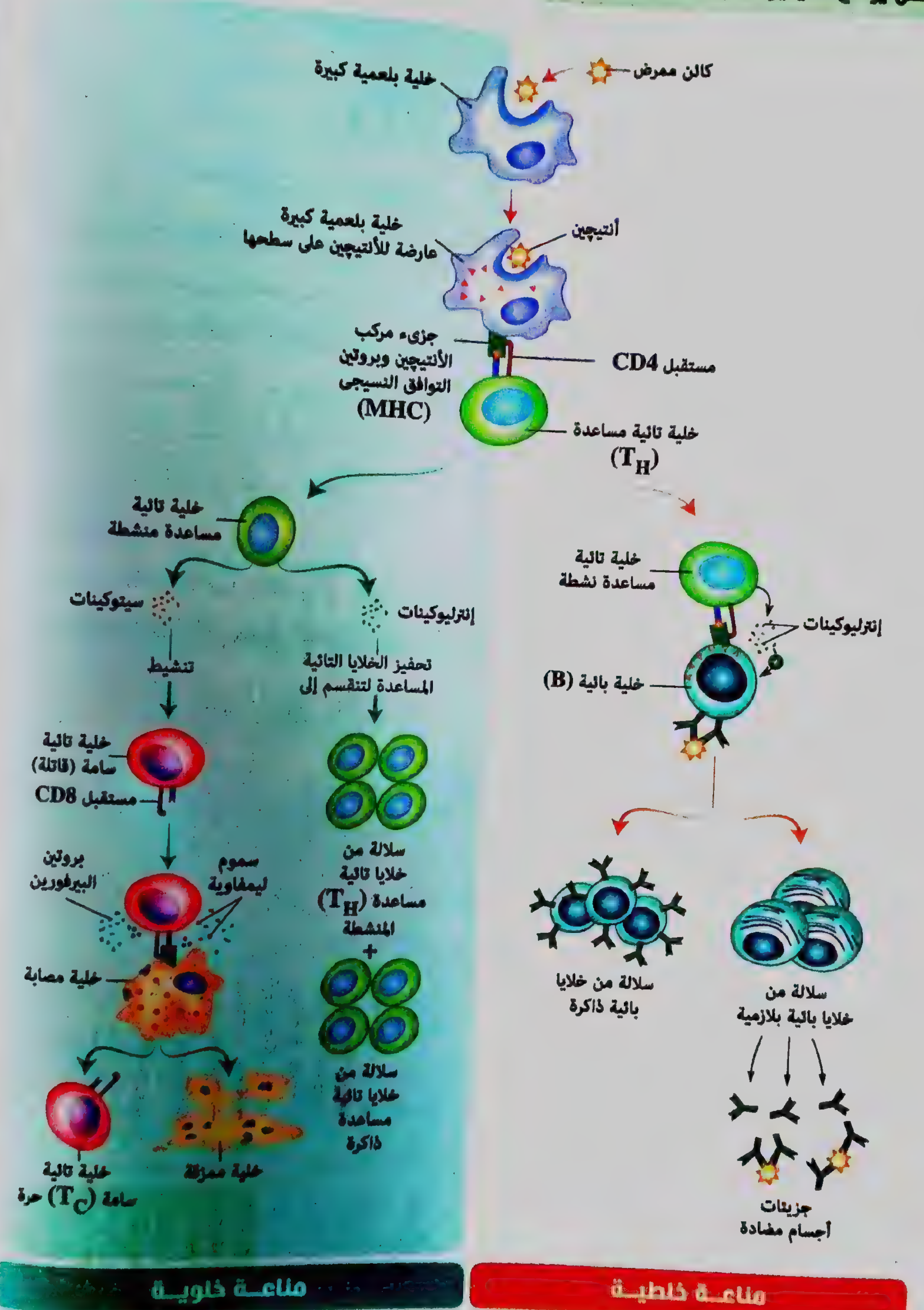
(٤) تنشيط الخلايا البائية (B) لإنتاج الأجسام المضادة.

- **تقوم الخلايا التائية السامة (T_C) بإفراز :**

(١) بروتين البيرفورين : يعمل على تثقيب غشاء الجسم الغريب (ميكروب أو خلية سرطانية).

(٢) سموم ليمفاوية : تنشط جينات معينة فى نواة الخلايا المصابة مما يؤدى إلى تفتيت نواة الخلية وموتها.

٥ شكل يوضح ما يميز اليتى المناعة المكتسبة



مخطط يوضح اليتى المناعة المكتسبة

عند دخول كائن ممرض حاملاً على سطحه أنتيجين معين إلى الجسم

- تلتهم الخلايا البلعمية الكبيرة الأنتيجين وتفككه إلى أجزاء صغيرة بواسطة إنزيمات الليسوسومات ← ترتبط أجزاء الأنتيجين مع بروتين MHC وينتقل المركب الناتج إلى سطح الغشاء البلازمى للخلايا البلعمية ← تتعرف الخلايا T_H عن طريق المستقبل CD4 على المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين MHC وترتبط به وتتحول إلى خلايا T_H نشطة
- فى نفس الوقت: تتعرف الخلايا B على أنتيجين الميكروب وترتبط به بواسطة المستقبلات المناعية الموجودة على سطحها ثم يرتبط الأنتيجين مع بروتين MHC وينتقل المركب الناتج إلى سطح الخلايا B

مناعة خلطية

تطلق الخلايا T_H النشطة الإنترليوكينات لتنشيط الخلايا B التى تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين MHC

تبدأ الخلايا B المُنشَّطة عملها فتنقسم وتتضاعف لتتمايز إلى:

- خلايا بائية ذاكرة ← عند دخول الميكروب مرة ثانية تنقسم وتتمايز إلى
- خلايا بائية بلازمية ← تنتج ← أجسام مضادة ← ترتبط ← بالأنتيجين الموجود على سطح الميكروب ← مما يثير ← الخلايا البلعمية الكبيرة فتلتهم هذا الأنتيجين

مناعة خلوية

تطلق الخلايا T_H النشطة الإنترليوكينات لتنشيط الخلايا T_H عند الارتباط بها وتحفزها على الانقسام إلى:

- خلايا T_H ذاكرة ← تبقى فى الدم مدة طويلة لتتعرف على نفس الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية
- خلايا T_H مُنشَّطة ← تفرز ← السيتوكينات ← تعمل على:
  - جذب الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد كبيرة
  - تنشيط:
    - الخلايا B
    - الخلايا NK: تهاجم الخلايا المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية عن طريق إفراز الإنزيمات للقضاء على هذه الخلايا
    - الخلايا Tc: تتعرف بواسطة المستقبل CD8 على الأجسام الغريبة كالأنسجة المزروعة فى الجسم أو أنتيجينات الميكروبات أو الخلايا السرطانية وترتبط بها ثم تقضى عليها من خلال إفراز:
      - يثقب غشاء الجسم الغريب
      - تنشط جينات معينة فى نواة الخلية المصابة فتفتت النواة مما يؤدى إلى موتها
    - الخلايا البلعمية الكبيرة

الحمض النووى DNA والمعلومات الوراثية

الدرس الأول

جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحى

رجات التعلم :

نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- عرف دور العلماء فى معرفة مادة الوراثة.

لعلك تعلم أن ....

* نواة الخلية (فى معظم الكائنات الحية) هى المسئولة عن انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء وذلك لأنها تحتوى على وحدات المعلومات الوراثية التى يطلق عليها اسم **الچينات** التى تُحمل بدورها على الصبغيات (الكروموسومات).

• الچينات
وحدات المعلومات الوراثية التى تتحكم فى الصفات الموروثة.

* أثناء الانقسام الميتوزى للخلية تنفصل الصبغيات إلى مجموعتين متماثلتين بحيث يصبح لكل خلية ناشئة عن الانقسام نفس عدد الصبغيات الموجودة فى الخلية الأصلية، وهذا دليل على أن الصبغيات هى التى تحمل المعلومات الوراثية.

* يدخل فى تركيب الصبغى مركبان رئيسيان هما :

DNA
البروتينات

فأى هذين المركبين يحمل المعلومات الوراثية (المادة الوراثية) ...؟

* اعتقد العلماء فى بادئ الأمر أن البروتينات هى المادة الوراثية وليس DNA وذلك للأسباب التالية :

1. البروتينات يدخل فى تركيبها ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية المختلفة، والتى تتجمع بطرق مختلفة لتعطى عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية.
2. DNA يدخل فى تركيبه أربعة أنواع فقط من النيوكليوتيدات.

* اتضح بعد ذلك خطأ هذا الاعتقاد وأثبتت الأدلة أن DNA هو المادة الوراثية، مما أدى إلى قيام العلماء بدراسة الأساس الجزيئى للوراثة والذى يطلق عليه عادةً اسم «البيولوچيا الجزيئية **Molecular Biology**»، وهو العلم الذى يتقدم بسرعة كبيرة جداً.

• البيولوچيا الجزيئية
أحد مجالات العلم الحديث الذى يهتم بدراسة الأساس الجزيئى للوراثة.

الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية

١ التحول البكتيرى Bacterial transformation

تجربة ١ للعالم جريفث Griffith

- أجرى العالم البريطانى جريفث تجاربه على الفئران عام ١٩٢٨م لدراسة البكتيريا المسببة لمرض الالتهاب الرئوى.
- استخدم جريفث فى تجاربه نوعين من سلالة البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوى وهما سلالة البكتيريا (S) وسلالة البكتيريا (R)

أضف إلى معلوماتك

سبب مرض الالتهاب الرئوى هو نوع من البكتيريا الكروية، ويوجد منها سلالتان، الأولى مغلفة بمحفظة تعطيها المظهر الأملس Smooth (S) والأخرى غير مغلفة بهذه المحفظة فتكون خشنة المظهر Rough (R)

وذلك كما يلى

الخطوات	المشاهدة بالأشكال التوضيحية	الاستنتاج
١ حقن مجموعة من الفئران ببكتيريا (S)	بكتيريا (S) إصابة الفئران بالالتهاب الرئوى الحاد ثم موتها	سلالة بكتيريا (S) مميتة (تسبب موت الفئران بالالتهاب الرئوى الحاد)
٢ حقن مجموعة من الفئران ببكتيريا (R)	بكتيريا (R) إصابة الفئران بالالتهاب الرئوى وعدم موتها	سلالة بكتيريا (R) غير مميتة (تصيب الفئران بالالتهاب الرئوى فقط ولا تسبب موتها)
٣ حقن مجموعة من الفئران ببكتيريا (S) سبق قتلها بالحرارة	بكتيريا (S) حرارة عدم موت الفئران	سلالة بكتيريا (S) المقتولة حراريًا لا تسبب موت الفئران
٤ حقن مجموعة من الفئران ببكتيريا (S) سبق قتلها بالحرارة مع بكتيريا (R) حية	بكتيريا (S) ميتة بكتيريا (S) بكتيريا (R) حية حرارة موت بعض الفئران	المادة الوراثية الخاصة بسلالة البكتيريا (S) الميتة انتقلت إلى داخل سلالة البكتيريا (R) غير المميتة فتحولت إلى السلالة (S) وأصبحت مميتة وذلك بعد فحص الفئران الميتة حيث وجد بها بكتيريا (S) حية

* أطلق جريفث على ظاهرة تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة اسم «التحول البكتيرى» ولكنه لم يفسر كيفية انتقال المادة الوراثية من السلالة (S) إلى السلالة (R).

• **التحول البكتيرى**
تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة نتيجة انتقال المادة الوراثية الخاصة بالبكتيريا (S) إليها.

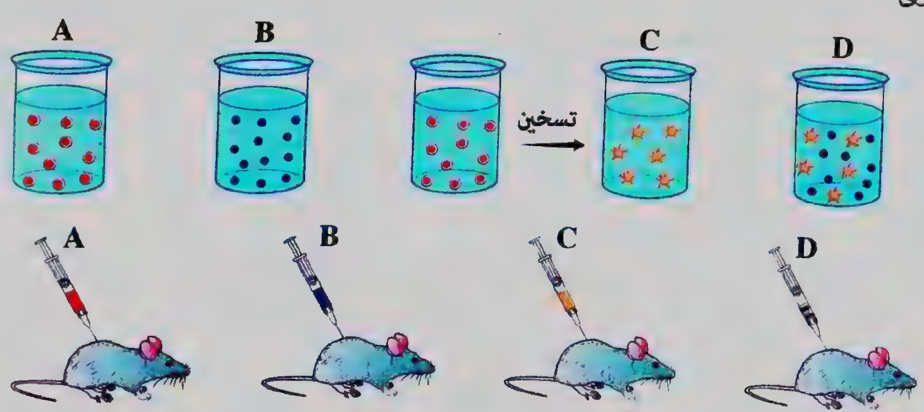
أضف إلى معلوماتك

كان جريفث يجرى تجاربه من أجل إنتاج لقاح ضد البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوى فكان يقتل البكتيريا (S) لكى يستخدمها كلقاح ولكنه توصل إلى نتائج ساهمت فى اكتشاف مادة الوراثة من خلال علماء لاحقين استخدموا نفس تجاربه.

57 اختبر نفسك

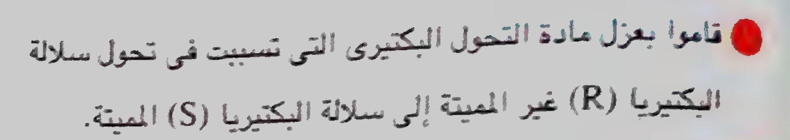
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

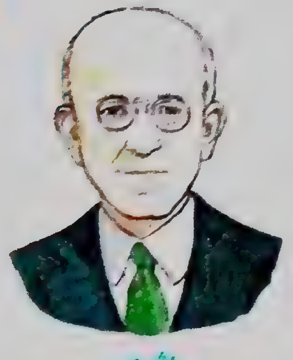
من الشكل التالى، عند تقسيم الفئران إلى ٤ مجموعات وتم حقن كل مجموعة على حدة بمحلول يحتوى على بكتيريا الالتهاب الرئوى :



أى من الحالات التالية تؤدى إلى موت جميع الفئران بعد الحقن ؟

(أ) A فقط (ب) B فقط (ج) A ، C (د) B ، D





الخطوات :

1. قاموا بعزل مادة التحول البكتيرى التى تسببت فى تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة.
2. قاموا بتحليل مادة التحول البكتيرى.

الاستنتاج : مادة التحول البكتيرى تتكون من DNA

- **التفسير العام للتحول البكتيرى :** سلالة البكتيريا (R) قد امتصت DNA الخاص بسلالة البكتيريا (S) (بطريقة غير معروفة حتى الآن) فاكتسبت خصائصها وانتقلت هذه الخصائص إلى الأبناء.
- **الاعتراض على أن DNA هو المادة الوراثية :** الجزء من DNA الذى سبب التحول البكتيرى لم يكن على قدر كافٍ من النقاوة، لأنه كان يحمل كمية من البروتين يحتمل أن تكون السبب فى إحداث هذا التحول.

Key Points

- لم تمت كل الفئران عند حقنها بخليط من سلالة البكتيريا (S) المقتولة حراريًا وسلالة البكتيريا (R) وذلك لأن التحول الوراثى يحدث عندما تنتقل الچينات المسئولة عن تكوين الكبسولة أو المحفظة من سلالة البكتيريا (S) إلى سلالة البكتيريا (R) فبالتالى تتحول البكتيريا (R) غير المميتة إلى البكتيريا (S) المميتة.

تجربة ٣ التجربة الحاسمة

الخطوات :

1. تم معاملة المادة النشطة المنتقلة (DNA + البروتينات) المسئولة عن التحول البكتيرى بإنزيم دى أكسى ريبونيوكليز (Deoxyribonuclease) الذى يعمل على تحليل جزىء DNA تحليلًا كاملًا، ولا يؤثر على البروتينات أو RNA
2. تم نقل هذه المادة إلى سلالة البكتيريا (R) غير المميتة.

المشاهدة : لم تتحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى السلالة الأخرى (S) المميتة.

التفسير : تتوقف عملية التحول البكتيرى نتيجة لغياب مادة DNA التى تحللت.

الاستنتاج : DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

لاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج) Bacteriophages

تركيب البكتيريوفاج

شاهد الفيديو

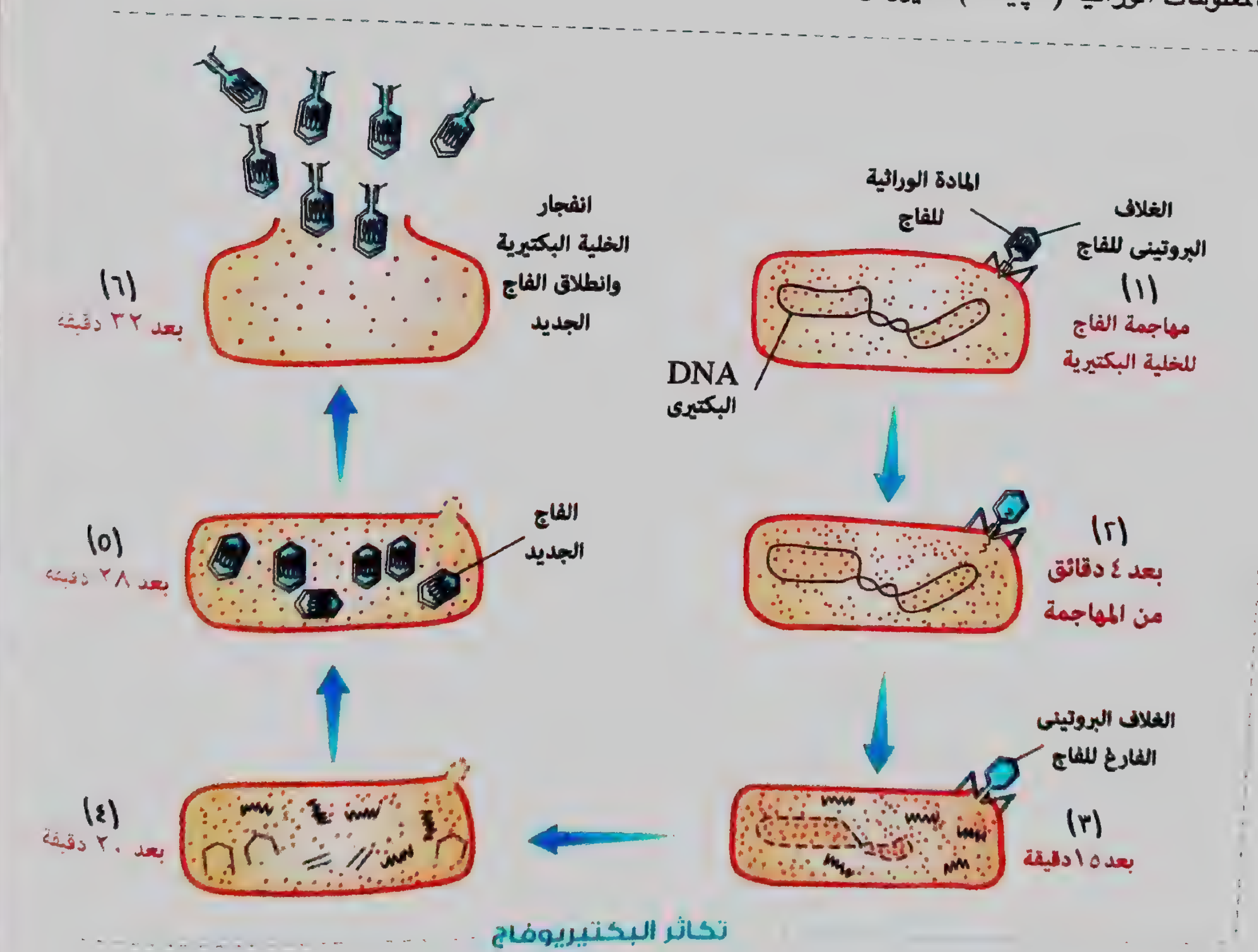
* تركيب البكتيريوفاج (الفاج) :

البكتيريوفاج فيروس يتركب من DNA يحيط به غلاف بروتينى يمتد ليُكوِّن ما يشبه الذيل.

* تكاثر البكتيريوفاج :

- يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية فيتصل بها عن طريق الذيل.
- تنفذ المادة الوراثية للفيروس إلى داخل الخلية البكتيرية وتتضاعف أعدادها.
- تنفجر الخلية البكتيرية بعد حوالى ٣٢ دقيقة ويخرج منها حوالى ١٠٠ فيروس جديد مكتمل التكوين.

* يتضح من تكاثر البكتيريوفاج أن مادة ما (أو مجموعة مواد) انتقلت من الفيروس إلى الخلية البكتيرية تحتوى على المعلومات الوراثية (الجينات) للفيروس.



تكاثر البكتيريوفاج

تجربة للعالمين هيرشى وتشيس Hershy and Chase

* استغل هيرشى وتشيس لإجراء تجربتهما حقائق علمية وهى أن :
- DNA : يدخل فى تركيبه الفوسفور ولا يدخل فى تركيبه الكبريت.
- البروتين : قد يدخل فى تركيبه الكبريت ولا يدخل فى تركيبه الفوسفور.

هيرشى وتشيس

الخطوات	المشاهدة
١ قاما بترقيم DNA الفيروسى (DNA للبكتيريوفاج) بالفوسفور المشع، وترقيم البروتين الفيروسى بالكبريت المشع وسمحا لهذا الفيروس بمهاجمة البكتيريا.	* كل الفوسفور المشع تقريبًا قد انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية وهذا دليل على وصول كل DNA الفيروسى تقريبًا.
٢ قاما بالكشف عن كل من الفوسفور المشع والكبريت المشع فى داخل وخارج الخلايا البكتيرية.	* أقل من ٣ ٪ فقط من الكبريت المشع قد انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية وهذا دليل على عدم وصول أغلب البروتين الفيروسى.

الاستنتاج

* DNA الفيروسى يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها إلى بناء فيروسات جديدة.
* DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

أضف إلى معلوماتك

ترقيم العنصر يعنى تحويل العنصر من صورة مستقرة إلى صورة مشعة حتى يسهل رصده.

* **نستنتج** من تجارب التحول البكتيرى والتجارب التى أجريت على الفاج أن جينات سلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوى وفيروسات الفاج تتكون من DNA

ونلاحظ أن هذه الاستنتاجات قصرت على الكائنات الحية التى أجريت عليها هذه التجارب.

والسؤال الآن، هل كل الجينات عبارة عن DNA ... ؟

الإجابة هى لا ... لأن هناك بعض الفيروسات (مثل الفيروس المسبب لمرض الإيدز HIV وفيروس الأنفلونزا) مادتها الوراثية هى RNA وليست DNA ومن المؤكد أن هذه الفيروسات تشذ عن القاعدة لأنها تكون جزءًا صغيرًا من صور الحياة، ولكن كل الدراسات التى أجريت حتى الآن أكدت على أن DNA هو المادة الوراثية لجميع الأحياء تقريبًا.

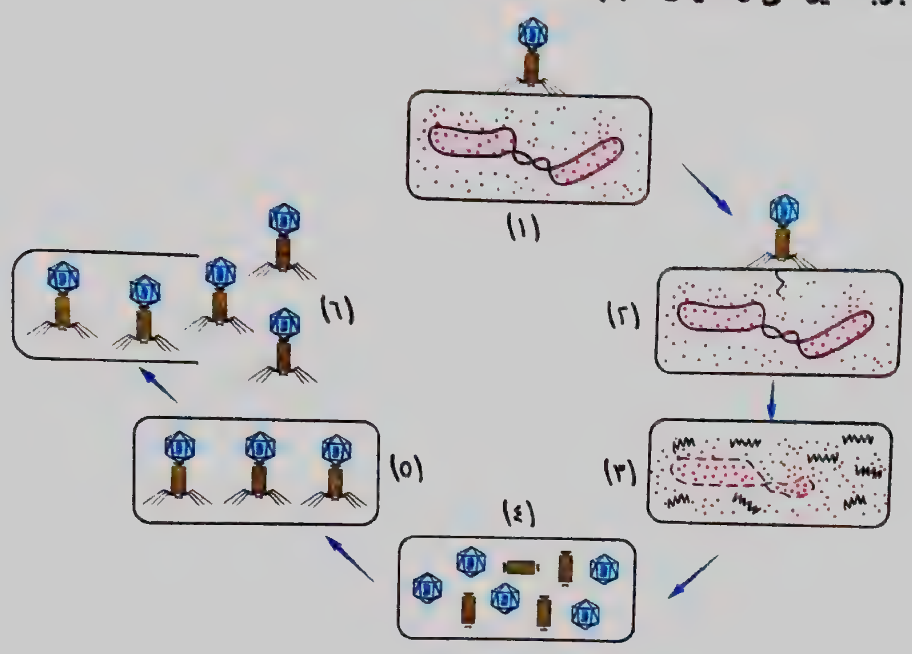
58 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ لماذا لم يفكر العالمان هيرشى وتشيس فى استخدام النيتروچين بدلًا من الفوسفور فى تجربة البكتيريوفاج ؟

ⓐ لأنه لا يوجد أى نظير مشع للنيتروچين
ⓑ لأن النيتروچين يدخل فى تركيب البروتينات
ⓙ لأن الفوسفور أكثر إشعاعًا من النيتروچين
ⓓ لأن الإشعاع الصادر عن النيتروچين أكثر خطورة

٢ بدراستك لتجربة هيرشى وتشيس، أجب :



(١) ما نسبة الكبريت المشع فى الأغلفة البروتينية للفيروسات فى المرحلة رقم (٥) ؟

ⓐ صفر ٪
ⓑ ١,٥ ٪
ⓙ ٣ ٪
ⓓ ٦ ٪

(٢) ما نسبة الفوسفور المشع فى DNA للفيروسات فى المرحلة رقم (٣) ؟

ⓐ ١٠٠ ٪
ⓑ ٥٠ ٪
ⓙ ٢٥ ٪
ⓓ ١٢,٥ ٪

جـ كمية DNA فى الخلايا

• فى حقيقيات النواة وجد بالقياس أن :

١ كمية DNA فى أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين (مثل الدجاج) متساوية، بينما كمية البروتين فى نفس الخلايا غير متساوية.

٢ كمية DNA فى الخلايا الجنسية (الأمشاج) تعادل نصف كمية DNA فى الخلايا الجسدية لنفس الكائن الحى وحيث إن الفرد الجديد ينشأ من اتحاد مشيج مذكر مع مشيج مؤنث لذلك يجب أن يحتوى كل مشيج على نصف كمية DNA (المعلومات الوراثية) الموجودة فى الخلية الجسدية وإلا فإن المادة الوراثية ستتضاعف فى كل جيل، ولا ينطبق ذلك على البروتين.

٣ البروتينات يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار داخل الخلايا، بينما DNA يكون ثابت بشكل واضح فى الخلايا (لا يتحلل).

★ في ضوء ما سبق يمكننا استنتاج أن : DNA هو المادة الوراثية، بينما البروتين لا يعمل كمادة وراثية.

Key Points

• تختلف كمية DNA في الخلايا حسب نوع الخلية والحالة التي توجد عليها، الجدول التالي يوضح معنى العبارة السابقة :

نوع الخلية	عدد المجموعات الصبغية	عدد الصبغيات (الكروموسومات)	كمية DNA
١ خلية جسدية لا تمر بمرحلة القسام (خلية طلائية فى الجلد)	٢ن	٤٦	٤٦ جزىء
٢ خلية جسدية فى بداية الانقسام الميتوزى (خلية طلائية فى الجلد)	٢ن	٤٦	٩٢ جزىء
٣ خلية تناسلية فى بداية الانقسام الميوزى الأول (خلية منوية أولية أو خلية بيضية أولية)	٢ن	٤٦	٩٢ جزىء
٤ خلية تناسلية بعد الانقسام الميوزى الأول (خلية منوية ثانوية أو خلية بيضية ثانوية)	ن	٢٣	٤٦ جزىء
٥ مشيج مذكر أو مؤنث (حيوان منوى أو بويضة)	ن	٢٣	٢٣ جزىء

59 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى مما يلى غير صحيح عن كمية DNA فى الخلايا ؟

Ⓐ تختلف باختلاف نوع الكائن الحى
Ⓑ متساوية فى أمشاج النوع الواحد
Ⓒ متساوية فى بويضات الثدييات
Ⓓ غير متساوية فى جميع خلايا الكائن الحى

٢ إذا علمت أن نصف كمية DNA فى خلايا الرحم = س، فما هى كمية DNA فى الخلية البيضية الثانوية ؟

Ⓐ $\frac{1}{2}$ س
Ⓑ س
Ⓒ ٢ س
Ⓓ ٤ س

الفصل 1

الدرس الثانى

الحمض النووى DNA

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف تركيب الحمض النووى DNA
- يتعرف كيفية تضاعف DNA وأهمية ذلك بالنسبة للخلايا.
- يقدر دور العلماء فى التوصل إلى تركيب لولب DNA وتضاعفه.

* بعد توافر أدلة قوية تكفى لاعتبار أن DNA يحمل المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية انشغل كثير من الباحثين فى محاولة التعرف على تركيب جزىء DNA ووضع نموذج له.

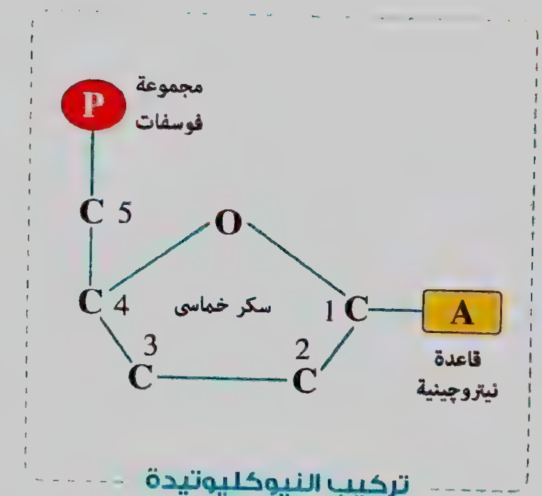
تركيب DNA

* يتركب شريط DNA من نيوكليوتيدات كل نيوكليوتيدة تتكون من ثلاثة مكونات هى :

١ سكر خماسى الكربون (ديوكسى ريبوز Deoxyribose والصيغة الجزيئية له $C_5H_{10}O_4$).

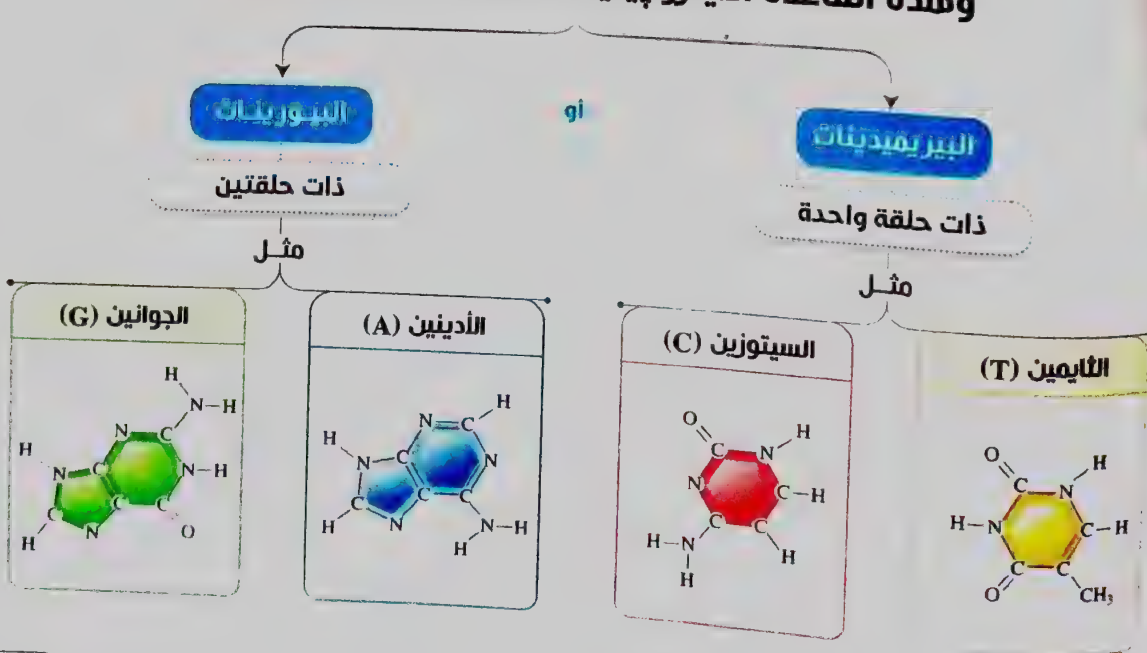
٢ مجموعة من الفوسفات مرتبطة برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (5) فى السكر الخماسى.

٣ قاعدة نيتروجينية ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (1) فى السكر الخماسى،

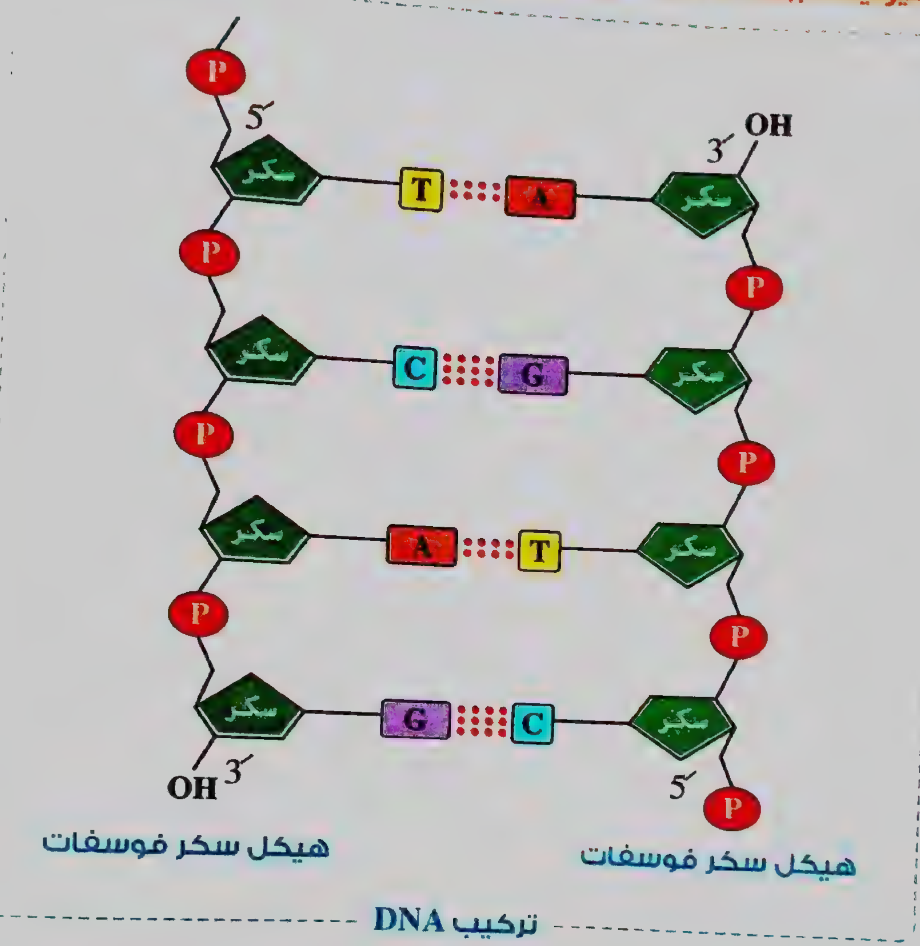


تركيب النيوكليوتيدة

وهذه القاعدة النيتروجينية قد تكون إحدى مشتقات



* ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها فى شريط DNA، كالآتى :



تركيب DNA

❶ مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم (5) فى سكر إحدى النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (3) فى سكر النيوكليوتيدة التالية والشريط الذى يتبادل فيه السكر والفوسفات يطلق عليه «هيكل سكر فوسفات».

❷ هيكل سكر فوسفات غير متماثل لأن به مجموعة فوسفات حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (5) فى السكر الخماسى عند إحدى نهاياته، ومجموعة هيدروكسيل (OH) حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (3) فى السكر الخماسى عند النهاية الأخرى للهيكل.

❸ قواعد البيورين والبيريميدين تبرز على جانب واحد من هيكل سكر فوسفات.

* يتساوى عدد القواعد النيتروجينية البيريميدينية والبيورينية فى جزىء DNA، حيث يكون :

– عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدينين مساوية لتلك التى تحتوى على الثايمين $A = T$

– عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانين مساوية لتلك التى تحتوى على السيتوزين $G = C$

أى أن : $A + G = C + T$

مجاب عنها

اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى من العلاقات التالية للنيوكليوتيدات غير صحيحة ؟

(أ) A – C = T – G   (ب) A / T = G / C
(جـ) T × A = G × C   (د) A / G = T / C

٢ إذا كان عدد نيوكليوتيدات الأدينين فى جزىء DNA يساوى ٣٠٠ نيوكليوتيدة وهو يمثل ٢٠٪ من نيوكليوتيدات هذا الجزىء، فكم يكون عدد نيوكليوتيدات السيتوزين ؟

(أ) ١٥٠   (ب) ٣٠٠   (جـ) ٤٥٠   (د) ٦٠٠

الدليل المباشر على تركيب DNA (دراسات فرانكلين Franklin).

فرانكلين

- استخدمت فرانكلين تقنية حيود أشعة X فى الحصول على صور لبلورات من DNA عالى النقاوة، حيث :
  - قامت بإمرار أشعة X خلال بلورات من جزيئات DNA ذات تركيب منتظم.
  - نشأ عن ذلك تشتت لأشعة X وظهور طراز من توزيع نقط أعطى تحليلها معلومات عن شكل جزىء DNA

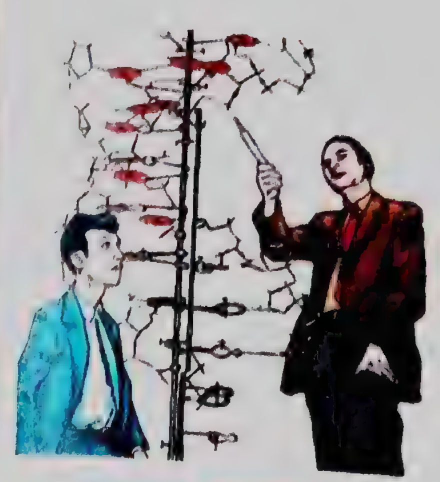
شعاع مركز من أشعة X
عينة DNA
لوح من الرصاص
لوحة فوتوغرافية
مصدر لأشعة X

استخدام أشعة X لمعرفة شكل جزىء DNA

نتائج الدراسات التى قامت بها فرانكلين عن تركيب جزىء DNA :

- نشرت فرانكلين عام ١٩٥٢م صورًا لبلورات من DNA عالى النقاوة أوضحت فيها أن :
  1. جزىء DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب بحيث تكون القواعد متعامدة على طول الخيط.
  2. هيكل سكر فوسفات يوجد فى الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية توجد جهة الداخل.
  3. قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من DNA
- بعد أن نشرت فرانكلين صور DNA قام العالمان الإنجليزيان واطسون وكريك **Watson and Crick** بوضع أول نموذج مقبول لتركيب DNA

نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA


واطسون وكريك

١ يتركب نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA من شريطين يرتبطان معًا كالسلم، حيث

- يمثل هيكلا السكر والفوسفات جانبى السلم.
- تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

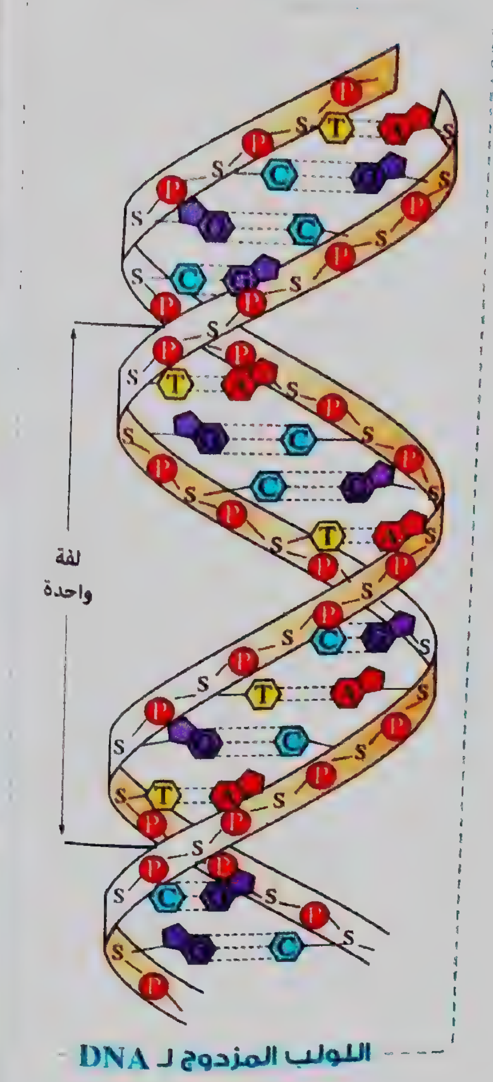
٢ يتكون الدرج من إحدى الحالتين التاليتين :

- ارتباط قاعدة الأدينين (A) مع قاعدة الثايمين (T) برابطتين هيدروجينيتين (A :::: T).
- ارتباط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين (C) بثلاث روابط هيدروجينية (G :::: C).

٣ عرض درجات السلم على امتداد الجزىء يكون متساوى، ويكون شريطا DNA على نفس المسافة من بعضهما البعض لأن كل درج يتكون من قاعدة ذات حلقة واحدة (بيريميدينية) وأخرى ذات حلقتين (بيورينية).

٤ شريطا جزىء DNA أحدهما فى وضع معاكس للآخر، حيث يكون أحد الشريطين اتجاهه ($5' \rightarrow 3'$) ، بينما الشريط المقابل يكون اتجاهه ($3' \rightarrow 5'$) بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم (5) فى السكر الخماسى فى شريطى DNA تكون عند الطرفين المعاكسين وذلك حتى تتكون الروابط الهيدروجينية بين زوجى القواعد النيتروجينية بشكل سليم.

٥ يلتف (يجدل) سلم DNA ككل بحيث تتكون كل لفة على الشريط الواحد من ١٠ نيوكليوتيدات ليتكون لولب أو حلزون DNA، ويتكون اللولب من شريطين يلتفان حول بعضهما البعض لذا يسمى جزىء DNA بـ «اللولب المزدوج».



اللولب المزدوج لـ DNA

Key Points

- تحتوى كل نيوكليوتيدة فى جزىء DNA على قاعدة نيتروجينية واحدة، وبالتالى فإن عدد النيوكليوتيدات = عدد القواعد النيتروجينية = عدد مجموعات الفوسفات = عدد جزيئات السكر الخماسى.

- **فى جزىء DNA :**
  - كمية DNA فى أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين تكون متساوية، أى أن كمية القواعد النيتروجينية فى جزيئات DNA تكون متساوية فى هذه الخلايا المختلفة.
  - عدد مجموعات الفوسفات الحرة = عدد مجموعات الهيدروكسيل الحرة = ٢
  - عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الأدينين (A) يساوى عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الثايمين (T) **A = T** وترتبط قاعدة الأدينين (A) مع قاعدة الثايمين (T) برابطتين هيدروجينيتين **A :::: T**
  - عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الجوانين (G) يساوى عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة السيتوزين (C) **G = C** ، وترتبط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين (C) بثلاث روابط هيدروجينية **G :::::: C**
  - مجموع القواعد النيتروجينية البيورينية = مجموع القواعد النيتروجينية البيريميدينية

    أى أن : **A + G = C + T**
  - عدد الروابط الهيدروجينية = [عدد قواعد (C) أو (G) × ٣] + [عدد قواعد (A) أو (T) × ٢]

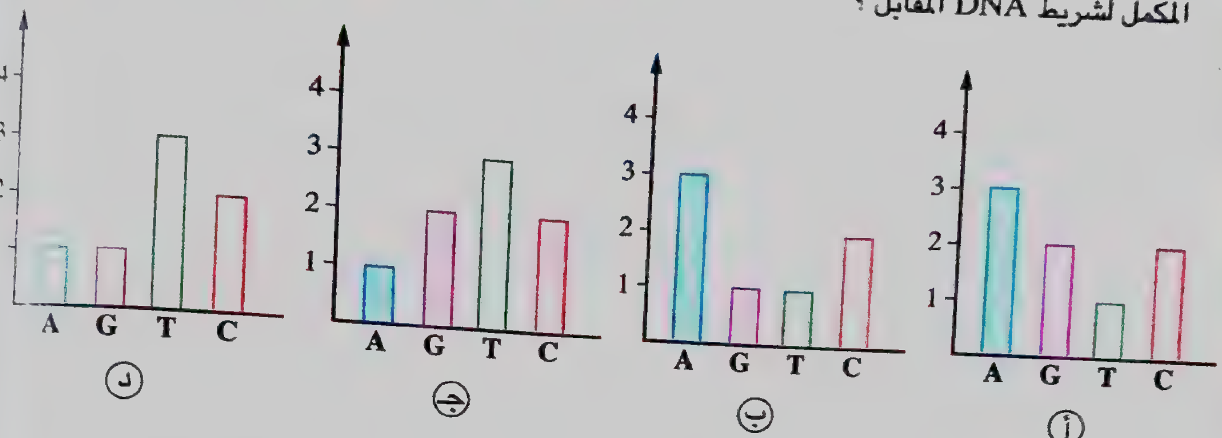
- تتكون كل لفة على الشريط الواحد لجزىء DNA من ١٠ نيوكليوتيدات، لذلك فإن كل لفة على اللولب المزدوج لجزىء DNA تتكون من ٢٠ نيوكليوتيدة، أى أن :
  - عدد اللفات على الشريط المفرد لجزىء DNA = عدد النيوكليوتيدات ÷ ١٠
  - عدد اللفات فى اللولب المزدوج لجزىء DNA = عدد النيوكليوتيدات ÷ ٢٠

مجاب عنها

61 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى الأشكال البيانية التالية يوضح عدد النيوكليوتيدات فى الشريط المكمل لشريط DNA المقابل ؟



٢ يتكون جزىء DNA من ٤٠٠ زوج من النيوكليوتيدات ويتضمن ٢٤٠ رابطة هيدروجينية بين الأدينين والثايمين، فكم يكون عدد نيوكليوتيدات الجوانين فى هذا الجزىء ؟

(أ) ١٦٠ (ب) ٢٧٠

(جـ) ٢٨٠ (د) ٥٦٠

٣ أى العبارات التالية غير صحيحة عن جزىء DNA ؟

(أ) يدخل فى تركيبه عناصر (C،O،H،N،P)

(ب) من الجزيئات البيولوجية الكبيرة فى الخلية

(جـ) ترجع تسميته إلى نوع السكر الموجود فى تركيبه

(د) يحتوى على نوع واحد من الروابط الكيميائية

٤ جين يتكون من ٥٤ نيوكليوتيدة، كم يكون عدد نيوكليوتيدات البيورينات فى هذا الجين ؟

(أ) ١٨ (ب) ٢٧

(جـ) ٣٦ (د) ٥٤

تضاعف DNA

- تتضاعف كمية DNA فى الخلية قبل أن تبدأ فى الانقسام حتى تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم.
- أشار كل من واطسون وكريك إلى أن جزىء DNA (شريطى DNA) يحتوى على وسيلة يمكن بها مضاعفة المعلومات الوراثية بدقة، حيث إن الشريطين يحتويان على قواعد نيتروچينية متكاملة أى أن تتابع النيوكليوتيدات فى كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لبناء شريط مقابل له ومتكامل معه (أى أن كل شريط DNA قديم يعمل كقالب لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه)،

فمثلاً :

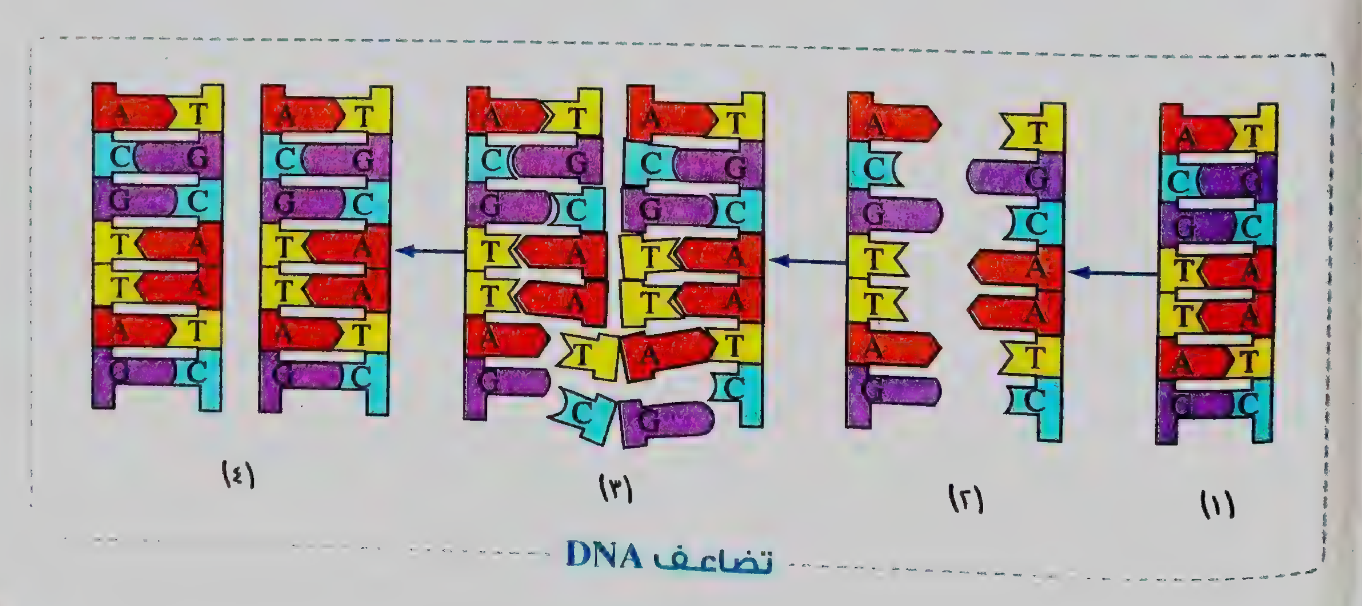
إذا كان تتابع القواعد النيتروچينية فى جزء من أحد الشريطين هو

(5´..... A – A – T – C – C ..... 3´)

فإن قطعة الشريط التى تتكامل معه يكون ترتيب قواعدها النيتروچينية هو

(3´..... T – T – A – G – G ..... 5´)

وبالتالى إذا تم فصل شريطى DNA عن بعضهما البعض فإن أيًا منهما يمكن أن يعمل كقالب لإنتاج شريط يتكامل معه.



تضاعف DNA

الإنزيمات وتضاعف DNA

* يتطلب نسخ (تضاعف) DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات فى الخلية

ويتم ذلك حسب الخطوات التالية :

1. ينفك التفاف اللولب المزدوج.
2. تتحرك إنزيمات اللولب **(DNA - helicases)** على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة فى كلا الشريطين.
3. يتباعد الشريطان عن بعضهما لتتمكن القواعد النيتروجينية من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة.
4. تقوم إنزيمات البلمرة **(DNA - Polymerases)** ببناء أشرطة DNA جديدة **كالتالى :**

دور الإنزيمات فى تضاعف DNA

(أ) فى حالة الشريط ($3' \leftarrow 5'$) الأصلى القالب :

تقوم إنزيمات البلمرة بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة بعد الأخرى من البداية ($5'$) إلى النهاية ($3'$) لشريط DNA الجديد، ويتم ذلك بعد أن تتزاوج القاعدة النيتروجينية فى النيوكليوتيدة الجديدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على شريط القالب.

(ب) فى حالة الشريط ($5' \leftarrow 3'$) الأصلى المعاكس :

تقوم إنزيمات البلمرة ببناء قطع صغيرة من شريط DNA الجديد فى اتجاه ($5' \leftarrow 3'$) ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها بواسطة إنزيمات الربط **(DNA - Ligases)** وذلك لأن إنزيم البلمرة لا يعمل فى اتجاه ($3' \leftarrow 5'$).

ملحوظة

* يعمل إنزيم البلمرة فى اتجاه واحد فقط وهو من الطرف ($5'$) إلى الطرف ($3'$) لذلك فإنه :
  - يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط القالب ($3' \leftarrow 5'$).
  - لا يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط المعاكس ($5' \leftarrow 3'$) إلا بمساعدة إنزيمات الربط.

Key Points

أثناء تضاعف DNA تتكون أولًا الروابط الهيدروجينية بين القاعدة النيتروجينية (على الشريط القالب) والقاعدة المتكاملة معها (للشريط الجديد) ثم تتكون رابطة تساهمية بين سكر النيوكليوتيدة وبين مجموعة الفوسفات للنيوكليوتيدة التالية لها فى الشريط الجديد.

تضاعف DNA فى أوليات النواة

يوجد DNA فى أوليات النواة فى السيتوبلازم على شكل لولب مزدوج تلتحم نهاياته مع بعضها البعض ويتصل مع الغشاء البلازمى للخلية عند نقطة ما يبدأ عندها نسخ جزىء DNA

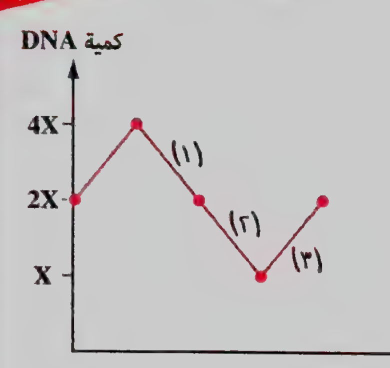
تضاعف DNA فى حقيقيات النواة

ينتظم DNA فى حقيقيات النواة فى صورة صبغيات، حيث يحتوى كل صبغى على جزىء واحد من DNA، يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر، ويبدأ نسخ جزىء DNA من عند أى نقطة على امتداده

62 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



١ من الشكل المقابل، أى مما يلى يمثل (١) ، (٢) ، (٣) على الترتيب ؟

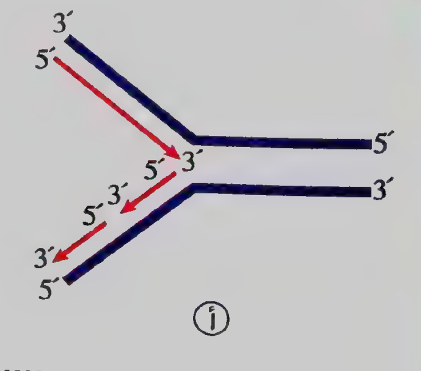
أ) انقسام ميوزى أول / انقسام ميوزى ثانٍ / إخصاب

ب) انقسام ميتوزى / انقسام ميوزى أول / انقسام ميوزى ثانٍ

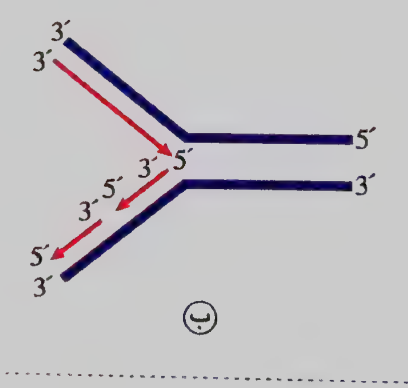
ج) انقسام ميوزى أول / انقسام ميتوزى / إخصاب

د) انقسام ميتوزى / انقسام ميوزى أول / إخصاب

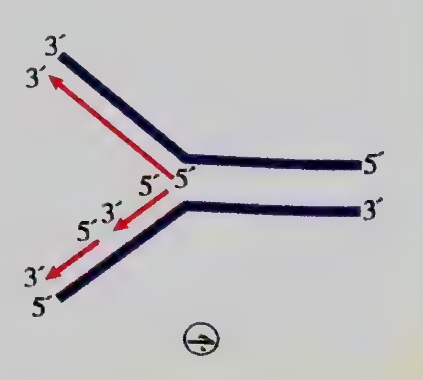
٢ أى الأشكال التالية يوضح الطريقة الصحيحة لتضاعف DNA ؟



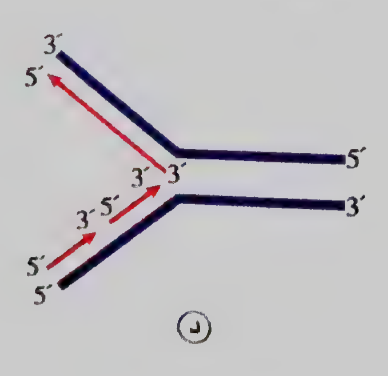
أ



ب

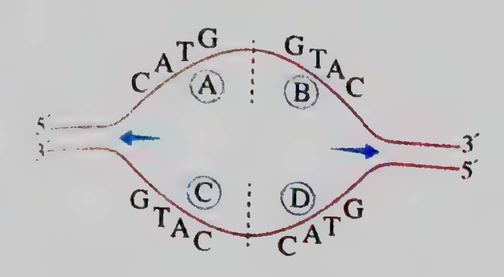


ج



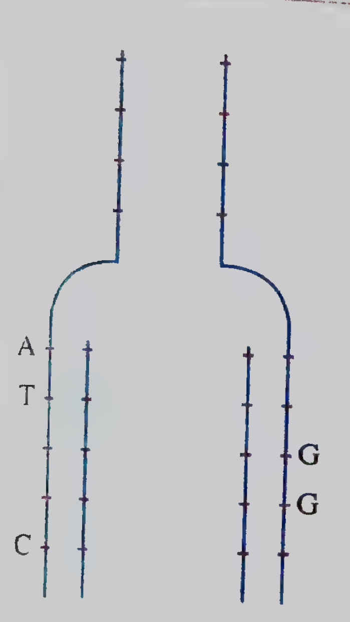
د

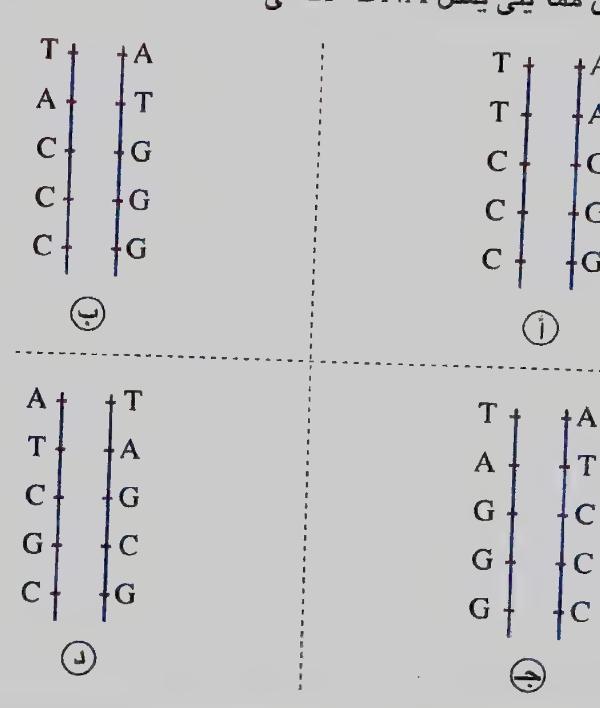
٣ الشـكل المقابـل يوضـح طريقـة تضاعـف DNA،
أى مـن التتابعـات بالشـكل يمكـن أن يـرتبط مع
التتابع $3'$... CATG ...$5'$ دون الحاجة لإنزيم الربط ؟



أ A
ب B
جـ C
د D

٤ الشكل المقابل يوضح تضاعف DNA،
أى مما يلى يمثل DNA الأصلى ؟





إصــلاح عـيـوب DNA

* كل المركبـات البيولوجيـة التـى توجـد فـى الخلية على شـكل بوليمرات (كالنشا والبروتين والأحماض النووية) تكون معرضة للتلف من حرارة الجسم ومن البيئة المائية داخل الخلية.

• **البوليمرات**
مركبات طويلة تتكون من وحدات بنائية متكررة.

* يعتبر DNA مـن المركبات البيولوجيـة المعرضة للتلف حيث تفقد الخليـة البشـرية يوميًا حوالـى ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (أدينين وجوانين) من DNA الموجود بها.

• أسباب تلف DNA :

1 الأشعة فوق البنفسجية (جزء من ضوء الشمس) وتعمل على التحام جزيئات الثيمين التي توجد متجاورة في الشريط الواحد

• تأثير تلف DNA :

- أي تلف في جزيء DNA يمكن أن يحدث تغيرًا في المعلومات الوراثية الموجودة به مما ينتج عنه تغيرات خطيرة في بروتينات الخلية.
- رغم أن هناك آلاف التغيرات التي تحدث لجزيء DNA كل يوم إلا أنه لا يستمر من هذه التغيرات في الخلية سوى تغيرين أو ثلاثة كل عام وتكون الخلية قادرة على القيام بوظائفها لأن الغالبية العظمى من التغيرات تزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الإنزيمات التي تعمل في الخلية للقيام على إصلاح عيوب DNA وهي إنزيمات الربط، والتغيرات التي يستمر من هذه التغيرات في الخلية يكون بسبب حدوث تلف في شريطي DNA في نفس المكان ونفس الوقت.

• ميكانيكية إصلاح عيوب DNA :

تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة التالفة في DNA ثم تقوم بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة التالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة بالشريط المقابل السليم، وبالتالي يظل تركيب DNA ثابت عند انتقاله للأجيال التالية.

ومن هنا نجد أن إنزيمات الربط تلعب دورًا هامًا في الثبات الوراثي للكائنات الحية.

• يعتمد إصلاح عيوب DNA على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي الولب المزدوج، حيث إنه لابد من وجود شريط من الشريطين دون تلف لتستطيع إنزيمات الربط استخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل، وبالتالي فكل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين في نفس الموقع ونفس الوقت.

ملحوظة :

المادة الوراثية في بعض الفيروسات توجد في صورة شريط مفرد من RNA لذلك يظهر بها معدل مرتفع من التغير الوراثي الذي ينشأ من تلف في شريط RNA وبالتالي يزيد معدل الطفرات في هذه الفيروسات.

• مما سبق نستنتج أن :

1. الولب المزدوج لـ DNA يعتبر ضروريًا للثبات الوراثي للكائنات الحية التي يوجد بها.
2. هناك حالات لا يمكن فيها إصلاح التلف في المادة الوراثية، وهي :
   - حدوث التلف في شريطي DNA في نفس الموقع ونفس الوقت.
   - الفيروسات التي تكون مادتها الوراثية في صورة شريط مفرد من RNA

★ مما سبق يمكن إيجاز بعض الإنزيمات ودورها وكيفية عملها :

الإنزيمات	دورها	كيفية عملها
إنزيم دى أكسى ريبونيوكليز	* تم استخدامه فى التجربة الحاسمة لمعرفة أن DNA هو مادة الوراثة حيث عوملت المادة النشطة المنتقلة (DNA + البروتينات) المسئولة عن التحول البكتيرى بهذا الإنزيم فتوقفت عملية التحول البكتيرى.	* كسر الروابط الهيدروچينية بين القواعد النيتروچينية المتكاملة. * كسر الروابط التساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة.
إنزيمات اللولب	* لها دور فى تضاعف DNA حيث تتحرك على امتداد اللولب المزدوج، فتنكسر الروابط الهيدروچينية بين القواعد النيتروچينية المتزاوجة، فينفصل الشريطان عن بعضهما ويعمل كل شريط كقالب لبناء شريط يتكامل معه عند تضاعف DNA	كسر الروابط الهيدروچينية فقط بين القواعد المتزاوجة
إنزيمات بلمرة DNA	* لها دور فى تضاعف DNA حيث تقوم ببناء أشرطة DNA الجديدة وذلك بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة بعد الأخرى من البداية (5´) إلى النهاية (3´) لشريط DNA الجديد.	تكوين روابط تساهمية فى شريط DNA الجديد
إنزيمات الربط	* لها دور فى تضاعف DNA حيث تقوم بربط قطع DNA الصغيرة التى كونتها إنزيمات البلمرة على الشريط القالب من DNA فى اتجاه (5´ ⟵ 3´) حيث لا يعمل إنزيم البلمرة فى اتجاه (3´ ⟵ 5´). * لها دور فى إصلاح عيوب DNA حيث تقوم بالتعرف على المنطقة التالفة فى DNA ثم تقوم بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة التالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة بالشريط المقابل للجزء التالف فيظل تركيب DNA ثابت عند انتقاله للأجيال التالية، ولذلك نجد أن إنزيمات الربط تلعب دورًا هامًا فى الثبات الوراثى للكائنات الحية.	تكوين روابط تساهمية فى شريط DNA الجديد أو المعاد إصلاحه

الفصل **1**

الدرس الثالث

- DNA فى أوليات وحقيقيات النواة
- تركيب المحتوى الجينى
- الطفرات

مخرجات التعلم :

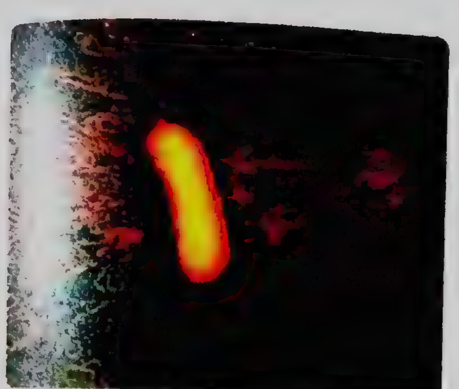
فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يستنتج الفروق بين DNA فى أوليات وحقيقيات النواة.
- يتخيل طول DNA وكيف يتم تكثيفه ليشغل حيزًا صغيرًا بالنواة.
- يتعرف تركيب المحتوى الجينى.
- يتعرف أنواع الطفرات.
- يكتشف أسباب الطفرة ونواتجها.

أولًا DNA فى أوليات النواة

* **أوليات النواة :** هى كائنات حية لا تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووى بل توجد حرة فى السيتوبلازم مثل البكتيريا.

* **DNA فى بكتيريا إيشيريشيا كولاى (E.coli) كمثال لأوليات النواة :**



صورة DNA بالمجهر الإلكترونى فى أوليات النواة

١ يوجد DNA على شكل لولب مزدوج تلتحم نهاياته معًا.

٢ يصل طول DNA (بعد فرده إن أمكن) إلى ١,٤ مم، بينما يصل طول الخلية البكتيرية نفسها إلى حوالى ٢ ميكرون.

٣ يلتف جزىء DNA الدائرى حول نفسه عدة مرات ليحتل منطقة نووية تصل إلى حوالى ٠,١ من حجم الخلية.

٤ يتصل DNA بالغشاء البلازمى للخلية فى موقع أو أكثر.

* تحتوى بعض الخلايا البكتيرية على واحدة أو أكثر من البلازميدات **Plasmids**

• البلازميدات
جزيئات صغيرة دائرية من DNA لا تتعقد بوجود بروتين معها.

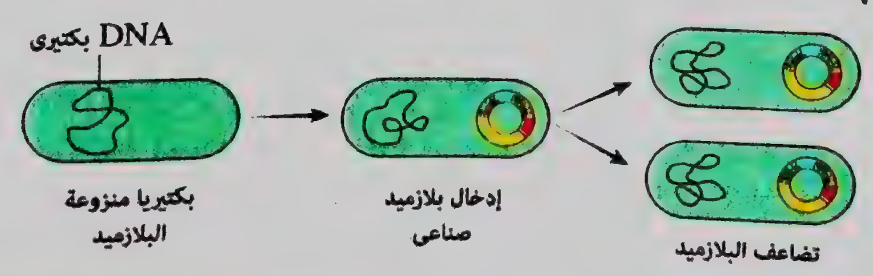
* **أماكن تواجد البلازميدات :**

١ **فى أوليات النواة** ← تحتوى بعض الخلايا البكتيرية على واحدة أو أكثر من البلازميدات

٢ **فى حقيقيات النواة** ← ثبت وجود البلازميدات فى خلايا فطر الخميرة

* **أهمية البلازميدات :**

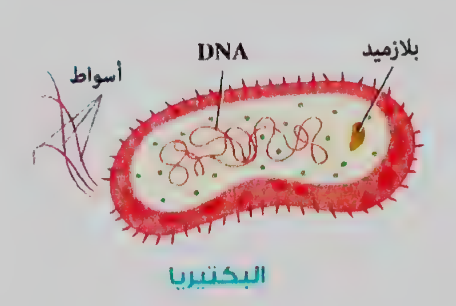
تستخدم على نطاق واسع فى الهندسة الوراثية، حيث تُضاعِف الخلايا البكتيرية البلازميدات الموجودة بها فى نفس الوقت الذى تُضاعِف فيه DNA الرئيسى بها ويستغل العلماء هذا التضاعف بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات.



ملحوظة
جزيئات DNA التى توجد فى الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء (عضيات توجد فى سيتوبلازم حقيقيات النواة) تشبه جزيئات DNA التى توجد فى أوليات النواة.

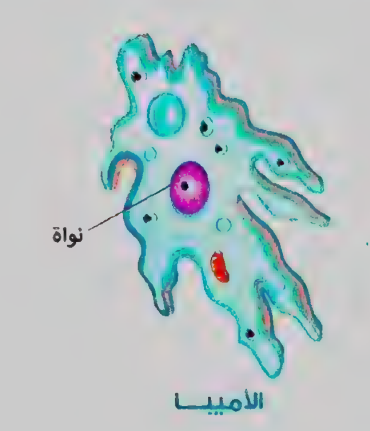
تذكر أن

تختلف أوليات النواة عن الأوليات الحيوانية :



البكتيريا

- **أوليات النواة :**
  - كائنات حية وحيدة الخلية.
  - توجد مفردة أو فى تجمعات.
  - توجد المادة الوراثية فى السيتوبلازم ولا تحاط بغشاء نووى، مثل البكتيريا والنوستوك.



الأميبا

- **الأوليات الحيوانية :**
  - كائنات حية وحيدة الخلية.
  - توجد مفردة وتحاط المادة الوراثية بغشاء نووى يفصلها عن السيتوبلازم.
  - تصنف من حقيقيات النواة، مثل الأميبا والبراميسيوم والبلازموديوم والتريبانوسوما.

ثانيا DNA فى حقيقيات النواة

- **حقيقيات النواة :** هى كائنات حية تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووى يفصلها عن السيتوبلازم وينتظم DNA بها فى صورة صبغيات.
- تحتوى كل خلية جسدية فى جسم الإنسان على ٤٦ صبغى.
- تتضح الصبغيات فى خلايا حقيقيات النواة أثناء انقسامها.

تركيب الصبغى

- يدخل فى تركيب الصبغى جزىء واحد من DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر.
- يلتف جزىء DNA ويطوى عدة مرات ويرتبط بالعديد من البروتينات مكونًا «الكروماتين» الذى يحتوى عادةً على كميات متساوية من DNA والبروتين.

الكروماتين
جزىء واحد من DNA يلتف ويطوى عدة مرات مرتبطًا بالعديد من البروتينات.

* تنقسم البروتينات التى تدخل فى تركيب الصبغى الى :

١ بروتينات هستونية Histones

• البروتينات الهستونية
مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة توجد فى كروماتين أى خلية بكميات ضخمة، وتحتوى على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجينين والليسين.

* ترتبط البروتينات الهستونية بقوة مع مجموعات الفوسفات السالبة الموجودة فى جزىء DNA لأن مجموعات الدليل الجانبية للحمضين الأمينيين (الأرجينين والليسين) تحمل شحنات موجبة عند الأس الهيدروچينى (pH) العادى

٢ بروتينات غير هستونية Non-histones

• البروتينات غير الهستونية
مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية توجد فى تركيب كروماتين الخلية.

* تقوم البروتينات غير الهستونية بوظائف عديدة مختلفة لأنها تشتمل على :

١ بروتينات تركيبية ← تدخل فى بناء تراكيب محددة فى جزىء DNA وتلعب دورًا رئيسيًا فى التنظيم الفراغى له داخل النواة

٢ بروتينات تنظيمية ← تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم فى بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا

تكثيف DNA

* إذا تصورنا أنه يمكن فك اللولب المزدوج لجزىء DNA فى كل صبغى ووضع هذه الجزيئات على امتداد بعضها البعض لوصل طولها ٢ متر لذا تقوم الهستونات وغيرها من البروتينات بمسئولية تكثيف (ضم) هذه الجزيئات الطويلة لتقع فى حيز نواة الخلية التى يتراوح قطرها من ٢ : ٣ ميكرون.

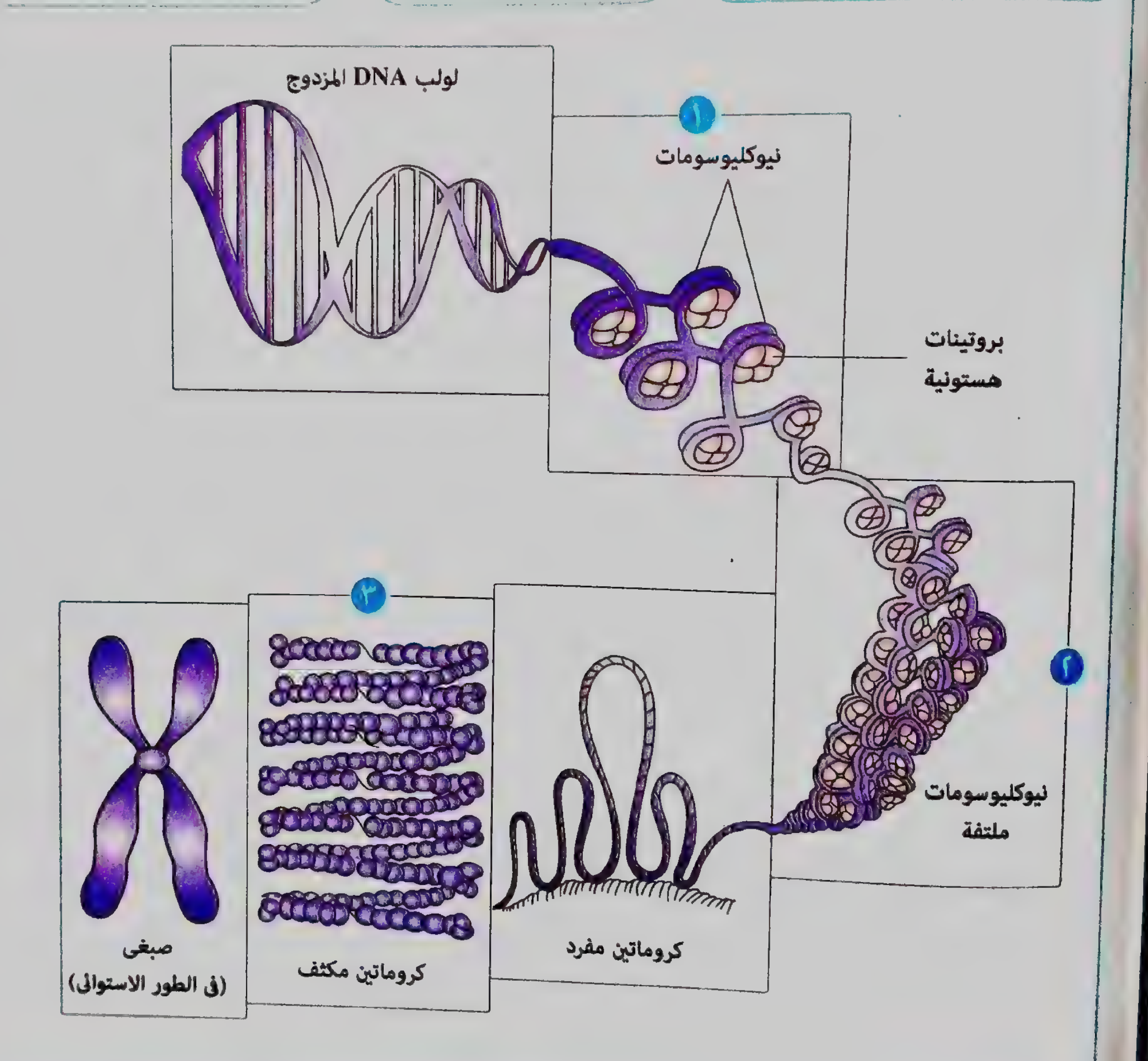
* خطوات تكثيف DNA :
لقد أوضح التحليل البيوكيميائى وصور المجهر الإلكترونى أن جزىء DNA يتكاثف كالآتى :

خطوات تكثيف DNA فى حقيقيات النواة

١ يلتف جزىء DNA حول مجموعات من البروتينات الهستونية مكونًا حلقات من النيوكليوسومات، مما يؤدى إلى تقصير طول جزىء DNA عشر مرات ولكن لابد أن يقصر جزىء DNA حوالى ١٠٠,٠٠٠ مرة حتى تستوعبه النواة

٢ تلتف حلقات النيوكليوسومات مرة أخرى لتنضم مع بعضها البعض ولكن هذا أيضًا لا يكفى لتقصير جزىء DNA إلى الطول المطلوب

٣ ترتب أشرطة النيوكليوسومات الملتفة بشدة على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية غير الهستونية مكونة بذلك الكروماتين المكثف (الملتف والمكدس)



• **النيوكليوسومات**
حلقات فى الصبغى تتكون من التفاف جزىء DNA حول مجموعة من البروتينات الهستونية، وذلك لتقصير طول جزىء DNA عشر مرات.

ملحوظة

عندما يكون جزىء DNA مكثف فى صورة كروماتين لا تصله الإنزيمات الخاصة بتضاعفه، ويتعين فك هذا الالتفاف على الأقل إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات قبل أن يعمل DNA كقالب لبناء DNA أو RNA

Key Points

- **تكثيف DNA فى حقيقيات النواة :**

DNA ← (+ بروتينات هستونية) ← نيوكليوسومات ← (+ بروتينات غير هستونية تركيبية) ← كروماتين

★ **مما سبق يمكن المقارنة بين البروتينات الهستونية والبروتينات غير الهستونية كالتالى :**

	البروتينات الهستونية	البروتينات غير الهستونية
التعريف	مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة توجد فى كروماتين الخلية بكميات ضخمة وتحتوى على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجينين والليسين	مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية تدخل فى تركيب الكروماتين
الوظيفة	١ ترتبط بقوة بمجموعات الفوسفات السالبة الموجودة فى جزىء DNA، وذلك لأن مجموعة الألكيل الجانبية للحمضين الأمينيين (الأرجينين والليسين) تحمل شحنات موجبة عند الأس الهيدروچينى (pH) العادى للخلية. ٢ مسئولة عن تقصير جزىء DNA عشر مرات عن طريق تكوين حلقات من النيوكليوسومات.	١ **البروتينات التركيبية** : تلعب دورًا رئيسيًا فى التنظيم الفراغى لجزىء DNA داخل النواة كما أنها مسئولة عن تقصير جزىء DNA حوالى ١٠٠,٠٠٠ مرة عن طريق تكوين الكروماتين المكثف. ٢ **البروتينات التنظيمية** : تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم فى بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا.

مجاب عنها

53 اختبر نفسك

افحص الشكل التالى، ثم اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ ما وحدة المعلومات الوراثية ؟

ⓐ ص ⓑ ع ⓒ ك ⓓ ل

٢ كم عدد جزيئات (ع) فى التركيب (ص) ؟

ⓐ ١ ⓑ ٢ ⓒ ٣ ⓓ ٤

تركيب المحتوى الجينى Genome

• **المحتوى الجينى**
كل الجينات وبالتالى كل DNA الموجود فى الخلية.

* توصل الباحثون عام ١٩٧٧م إلى طرق يمكن بها تحديد تتابعات النيوكليوتيدات فى جزيئات DNA ، RNA مما أدى إلى معرفة ترتيب الجينات داخل جزيئات DNA فى الخلية.

* **يحتوى DNA على جينات تحمل التعليمات اللازمة لنسخ :**

1. تتابع النيوكليوتيدات المسئول عن بناء المركبات البروتينية.
2. تتابع النيوكليوتيدات الذى يدخل فى بناء الريبوسومات (RNA الريبوسومى «rRNA»).
3. تتابع النيوكليوتيدات الذى يحمل الأحماض الأمينية أثناء بناء البروتين (RNA الناقل «tRNA»).

* **المحتوى الجينى فى أوليات النواة :** تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجينى.

* **المحتوى الجينى فى حقيقيات النواة :** أقل من ٧٠ ٪ من الجينات مسئول عن بناء RNA والبروتينات وباقى الجينات غير معلومة الوظيفة.

Key Points

DNA المتكرر

* توجد معظم چينات المحتوى الچينى فى الخلية بنسخة واحدة عادةً، إلا أن بعض التتابعات يوجد منها نسخ متكررة.

مثل :

١ الچينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومى والهستونات التى تحتاجها الخلية بكميات كبيرة حيث إن وجود العديد من نسخ هذه الچينات يعمل على سرعة إنتاج الخلية للريبوسومات والهستونات، ولذلك يوجد منها مئات النسخ فى كل خلايا حقيقيات النواة.

٢ بعض تتابعات لقواعد نيتروچينية على DNA متكررة كتتابع النيوكليوتيدات القصير (A–G–A–A–G) فى الدروسوفيلا (ذبابة الفاكهة) الذى يتكرر حوالى (١٠٠,٠٠٠ مرة) فى منتصف أحد الصبغيات وهذا التتابع وغيره من التتابعات لا يمثل أى شفرة (دوره غير واضح).

أجزاء أخرى من DNA ليست بها شفرة

* تعرف الباحثون على العديد من أجزاء DNA التى لا تمثل شفرة لبناء RNA أو البروتينات.

* **أمثلة :**

١ الحبيبات الطرفية الموجودة عند أطراف بعض الصبغيات لا تحتوى على شفرات.

٢ كمية كبيرة من DNA فى المحتوى الچينى لحقيقيات النواة لا تمثل شفرة، **حيث لاحظ العلماء أن :**

– كمية DNA فى المحتوى الچينى ليست لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحى، أو عدد البروتينات التى يكونها.

– كمية صغيرة فقط من DNA فى النبات والحيوان هى التى تحمل شفرة بناء البروتينات.

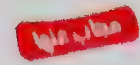
فمثلًا : حيوان السلمندر يوجد به أكبر محتوى چينى حيث تحتوى خلاياه على كمية DNA تعادل ٣٠ مرة قدر كمية DNA الموجودة فى الخلايا البشرية ومع ذلك تنتج خلاياه كمية أقل من البروتين وهذا يرجع لوجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة.

السلمندر

* **وظيفة بعض DNA الذى لا يمثل شفرة :**

1. يعتقد أنه يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها.
2. يمثل إشارات للمناطق التى يجب أن يبدأ عندها بناء RNA الرسول (mRNA) وتعتبر هذه المناطق هامة فى بناء البروتين.

84 اختبر نفسك



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

ما مدى صحة العبارتين التاليتين، «المحتوى الجينى فى السلمندر معظمه لا يمثل شفرة» ، «المحتوى الجينى فى بكتيريا *E.coli* معظمه يمثل شفرة» ؟

Ⓐ العبارتان صحيحتان
Ⓑ العبارة الأولى صحيحة والعبارة الثانية خطأ
Ⓒ العبارة الأولى خطأ والعبارة الثانية صحيحة
Ⓓ العبارتان خطأ

★ **مما سبق يمكن المقارنة بين DNA فى أوليات النواة و DNA فى حقيقيات النواة كالتالى :**

	DNA فى أوليات النواة	DNA فى حقيقيات النواة
الشكل	لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معًا ويتصل بالغشاء البلازمى عند موقع أو أكثر ولا ينتظم فى صورة صبغيات	لولب مزدوج لا تلتحم أطرافه وينتظم فى صورة صبغيات
التواجد	يوجد فى السيتوبلازم (غير محاط بغشاء نووى)	يوجد داخل النواة (محاط بالغشاء النووى)
التعقد بالبروتين	غير معقد بالبروتين	معقد بالبروتينات الهستونية والبروتينات غير الهستونية
التضاعف	يبدأ التضاعف من نقطة اتصاله مع الغشاء البلازمى	يبدأ التضاعف من أى نقطة على امتداد الجزىء
البلازميدات	توجد البلازميدات ولا تتعقد بوجود البروتين	لا توجد البلازميدات إلا فى فطر الخميرة فقط
الجينات	معظمها مسئول عن بناء RNA والبروتينات	أقل من ٧٠ ٪ منها مسئول عن بناء RNA والبروتينات وباقى الجينات غير معلومة الوظيفة

Key Points

• عدد النيوكليوتيدات المختلفة التى تدخل فى تركيب DNA	٤ نيوكليوتيدات
• ذرة الكربون التى تتصل بها مجموعة الفوسفات فى السكر الخماسى للنيوكليوتيدة فى DNA	رقم ٥
• ذرة الكربون التى تتصل بها القاعدة النيتروچينية فى السكر الخماسى للنيوكليوتيدة فى DNA	رقم ١
• عدد النيوكليوتيدات التى تتكون منها كل لفة على الشريط الواحد من DNA	١٠ نيوكليوتيدات
• عدد القواعد النيتروچينية التى تفقدها الخلية البشرية يوميًا.	حوالى ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية
• عدد إنزيمات الربط التى تعمل على إصلاح عيوب DNA	٢٠ إنزيم
• طول جزىء DNA فى بكتيريا إيشيريشيا كولاى (كمثال لأوليات النواة) بعد فرده.	حوالى ١,٤ مم
• طول جزىء DNA فى خلية جسدية فى الإنسان (كمثال لحقيقيات النواة) إذا تم فك اللولب المزدوج ووضع جزيئاته على امتداد بعضها.	حوالى ٢ متر
• عدد الصبغيات فى كل خلية جسدية فى الإنسان.	٤٦ صبغى
• قطر نواة الخلية فى حقيقيات النواة.	يتراوح ما بين ٢ : ٣ ميكرون
• نسبة الچينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات فى حقيقيات النواة.	أقل من ٧٠٪

الطفرات Mutations

• الطفرة

تغير مفاجئ فى طبيعة العوامل الوراثية المتحكمة فى صفات معينة مما قد ينتج عنه تغيير هذه الصفات فى الكائن الحى.

* **أسباب حدوث الطفرات :**

1. تغير تركيب العامل الوراثى (الچين)
2. التغيير الذى ينجم عن تأثير البيئة
3. تغير عدد الصبغيات

ملحوظة

انعزال الچينات أثناء الانقسام الميوزى وإعادة اتحادها لا تعتبر طفرة.

تصنيف الطفرات

* تصنف الطفرات تبعًا لـ : توارثها ← أهميتها ← نوعها ← مكان حدوثها ← منشأها

أولًا تبعًا لتوارثها

أ طفرة حقيقية هى طفرة تتوارث على مدى الأجيال المتتالية.

ب طفرة غير حقيقية هى طفرة لا تتوارث فى الأجيال المتتالية.

ثانيًا تبعًا لأهمية الطفرة

أ طفرات غير مرغوب فيها

زيادة عدد الأصابع

* تمثل أغلب الطفرات.
* **من أمثلتها :**
- العقم فى النبات الذى ينتج عنه نقص فى المحصول.
- التشوهات الخلقية فى الإنسان.

ب طفرات مرغوب فيها

سلالة «أنكن»

* طفرات نادرة لذلك يحاول الإنسان استحداثها بالطرق العلمية ليستفيد منها.
* **من أمثلتها :**
- الطفرات التى أدت إلى زيادة إنتاج المحاصيل النباتية.
- الطفرة التى أدت إلى ظهور سلالة «أنكن» من الأغنام ذات الأرجل القصيرة والمقوسة مما يجعلها لا تستطيع تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة واعتبرها المربى صفة نافعة فعمل على إكثارها.

ثالثًا تبعًا لنوع الطفرة

أ الطفرات الجينية

* طفرات تحدث نتيجة لتغير كيميائى فى تركيب الچين خاصةً تغيير ترتيب القواعد النيتروچينية فى جزىء DNA مما يؤدى إلى تكوين بروتين مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة.
* قد يصاحب التغير فى التركيب الكيميائى للچين تحوله من چين سائد إلى چين متنحى وقد يحدث العكس فى حالات نادرة.

أضف إلى معلوماتك

حالة المهقة من أمثلة الطفرات الچينية في الإنسان وهي تنتج من حدوث تغير في تركيب چين لون البشرة الذي يؤدي إلى عدم تكوين بروتين صبغة الميلانين.

ب الطفرات الصبغية

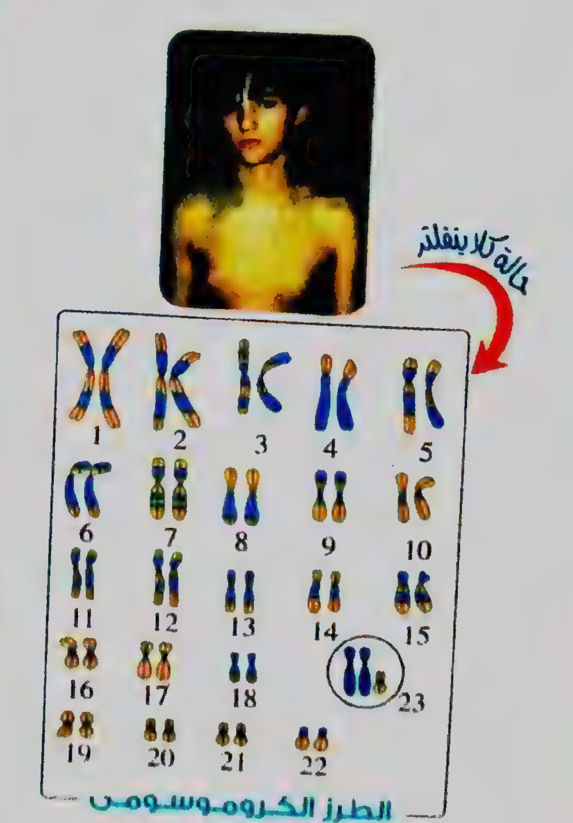
* طفرات تحدث نتيجة التغير في أعداد أو تركيب الصبغيات.

١ التغير في عدد الصبغيات

* يقصد به نقص أو زيادة صبغي واحد أو أكثر في الأمشاج بعد الانقسام الميوزي.

١ الزيادة في عدد الصبغيات

كما في حالة كلاينفلتر (٤٤ + XXY) الزيادة بمقدار صبغي جنسي واحد (X)



٢ النقص في عدد الصبغيات

كما في حالة تيرنر (٤٤ + X) النقص بمقدار صبغي جنسي واحد (X)

٢ تضاعف عدد الصبغيات (التضاعف الصبغى Polyploidy)

- أسباب حدوثه :

• عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير.

• عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

- شيوعه وتأثيره :

• في عالم النبات :

♦ يكون أكثر شيوعًا فنسبة كبيرة من النباتات المعروفة تكون (٣ن - ٤ن - ٦ن - ٨ن حتى ١٦ن) وذلك عندما تتضاعف الصبغيات في الأمشاج.

♦ ينتج عنه أفراد ذات صفات جديدة، ويرجع ذلك إلى أن كل جين يكون ممثل بعدد أكبر فيكون تأثيره أكثر وضوحًا فيكون النبات أكثر طولاً وتكون أعضاؤه أكبر حجمًا وبخاصةً الأزهار والثمار.

مثال :

يوجد حاليًا كثير من المحاصيل والفواكه، مثل :

(القطن والقمح والعنب والتفاح والكمثرى والفراولة)

ذات التعدد الرباعى (٤ن).

• في عالم الحيوان :

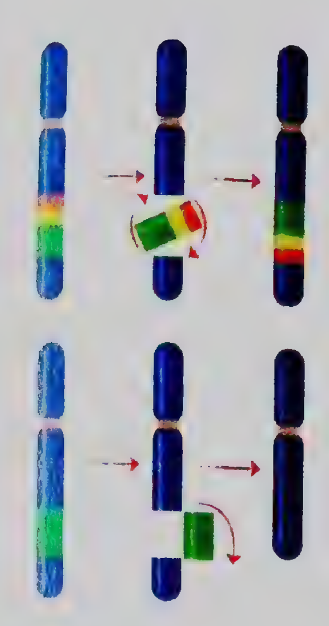
تقل ظاهرة التضاعف الصبغى وذلك لأن تحديد الجنس في الحيوانات يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية، لذا يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان التى لا يوجد لديها مشكلة فى تحديد الجنس.

ملحوظة

التضاعف الثلاثى فى الإنسان مميت ويسبب إجهاضًا للأجنة، ومع ذلك يوجد تضاعف صبغى فى بعض خلايا الكبد والبنكرياس.

٢ التغير فى تركيب الصبغيات

* **يحدث نتيجة تغيير ترتيب الجينات على نفس الصبغى، بسبب :**



١ انفصال قطعة من الصبغى أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار ١٨٠° والتحامها فى الوضع المقلوب على نفس الصبغى.

٢ تبادل أجزاء من صبغيات غير متماثلة.

٣ زيادة أو نقص جزء صغير من الصبغى.

تذكر أن

تبادل بعض الأجزاء بين الصبغيات المتماثلة أثناء الانقسام الميوزى يطلق عليه عبور وراثى والذى قد يؤدى إلى تباين (اختلاف) الصفات الوراثية.

رابعًا تبعًا لمكان حدوث الطفرة

أ الطفرات المشيجية

* تحدث فى الخلايا التناسلية (الأمشاج).
* تظهر كصفات جديدة على الجنين الناتج.
* تتم فى الكائنات الحية التى تتكاثر تزاوجيًا.

ب الطفرات الجسمية

* تحدث فى الخلايا الجسدية (الجسمية).
* تظهر كأعراض مفاجئة على العضو الذى تحدث بخلاياه.
* أكثر شيوعًا فى النباتات التى تتكاثر خضريًا حيث ينشأ فرع جديد من النبات العادى يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم، ويمكن فصل هذا الفرع وإكثاره خضريًا إذا كانت الصفة الجديدة مرغوب فيها.

خامسًا: تبعًا لمنشأ الطفرة

أ طفرة تلقائية

* تحدث دون تدخل الإنسان وهى نادرة الحدوث فى جميع الكائنات الحية.
* **سبب حدوثها :** تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن الحى، **مثل :**
  - الأشعة فوق البنفسجية. - الأشعة الكونية. - المركبات الكيميائية.
* **أهميتها :** تلعب الطفرة التلقائية دورًا هامًا فى عملية تطور الأحياء.

ب طفرة مستحدثة

* تحدث بتدخل الإنسان للحصول على صفات مرغوبة فى كائنات معينة.

يستخدم الإنسان لعمل الطفرات المستحدثة

عوامل طبيعية، مثل :
- أشعة إكس
- أشعة جاما
- الأشعة فوق البنفسجية

مواد كيميائية، مثل :
- غاز الخردل
- حمض النيتروز
- مادة الكولشيسين

فعند معالجة النباتات بهذه المواد تضمر خلايا القمة النامية وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوى خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات.

* أغلب الطفرات المستحدثة تحمل صفات غير مرغوبة، غير أن الإنسان ينتقى منها ما هو نافع.
* **من أمثلة الطفرات المستحدثة المرغوب فيها :**

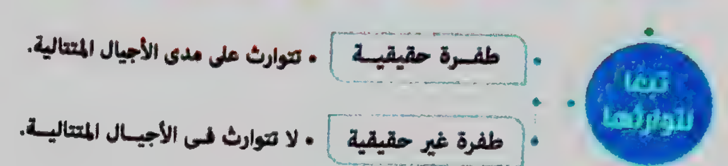
1. استحداث طفرات تؤدى إلى تكوين أشجار فواكه ذات ثمار كبيرة حلوة المذاق وخالية من البذور.
2. استحداث طفرات لكائنات دقيقة كالبنسليوم، لها القدرة على إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية (مثل البنسلين).

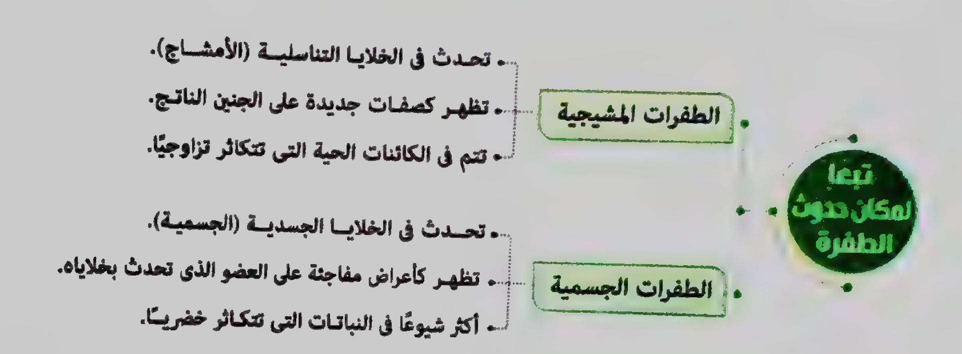
أضف إلى معلوماتك

تمنع مادة الكولشيسين تكوين خيوط المغزل الضرورية لعملية انفصال الكروموسومات أثناء الطور الانفصالى فى الانقسام الميوزى الأول فينتج عن ذلك تضاعف عدد الكروموسومات فى الخلايا الناتجة.

فطر البنسليوم

★ **يمكن إيجاز تصنيف الطفرات من خلال المخططات التالية :**





تبعًا لنوع الطفرة

الطفرات الجينية

- طفرات تحدث نتيجة لتغير كيميائى فى تركيب الجين خاصةً تغيير ترتيب القواعد النيتروجينية فى جـزىء DNA فيتكون بروتين مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة.
- قد يصاحب التغير فى التركيب الكيميائى للجين تحوله من
  - جين سائد إلى جين متنحى (الشائع)
  - جين متنحى إلى جين سائد (حالة نادرة)

الطفرات الصبغية

- طفرات تحدث نتيجة التغير فى

أعداد الصبغيات

والتى تحدث أثناء تكوين الأمشاج بعد الانقسام الميوزى

- **بالزيادة**: كما فى حالة كلاينفلتر (XXY+ ٤٤)
- **بالنقص**: كما فى حالة تيرنر (X+ ٤٤)
- **بالتضاعف**:
  - أسباب حدوثه :
    - عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير.
    - عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

فى عالم النبات – أكثر شيوعًا

- نسبة كبيرة من النباتات المعروفة (٣ن - ٤ن - ٦ن - ٨ن حتى ١٦ن).
- يوجد حاليًا كثير من المحاصيل والفواكه ذات التعدد الرباعى (القطن والقمح والعنب والتفاح والكمثرى والفراولة).

فى عالم الحيوان – أقل شيوعًا

- يقتصر على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان.
- فى الإنسان : التضاعف الثلاثى مميت للأجنة ومع ذلك يحدث تضاعف صبغى فى بعض خلايا الكبد والبنكرياس.

تركيب الصبغيات

والتى تحدث عند تغيير ترتيب الجينات على نفس الصبغى بسبب

- **تبادل**: أجزاء من صبغيات غير متماثلة
- **انفصال**: قطعة من الصبغى أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار ١٨٠° والتحامها فى الوضع المقلوب على نفس الصبغى
- **زيادة أو نقص**: جزء صغير من الصبغى

65 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر : أى مما يلى يتأثر بالطفرات الصبغية ؟

ⓐ تسلسل النيوكليوتيدات فى الحمض النووى
ⓑ تتابع الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد
ⓒ شكل وعدد الكروموسومات
ⓓ حجم الصبغيات فقط

الباب الثانى

البيولوچيا الجزيئية

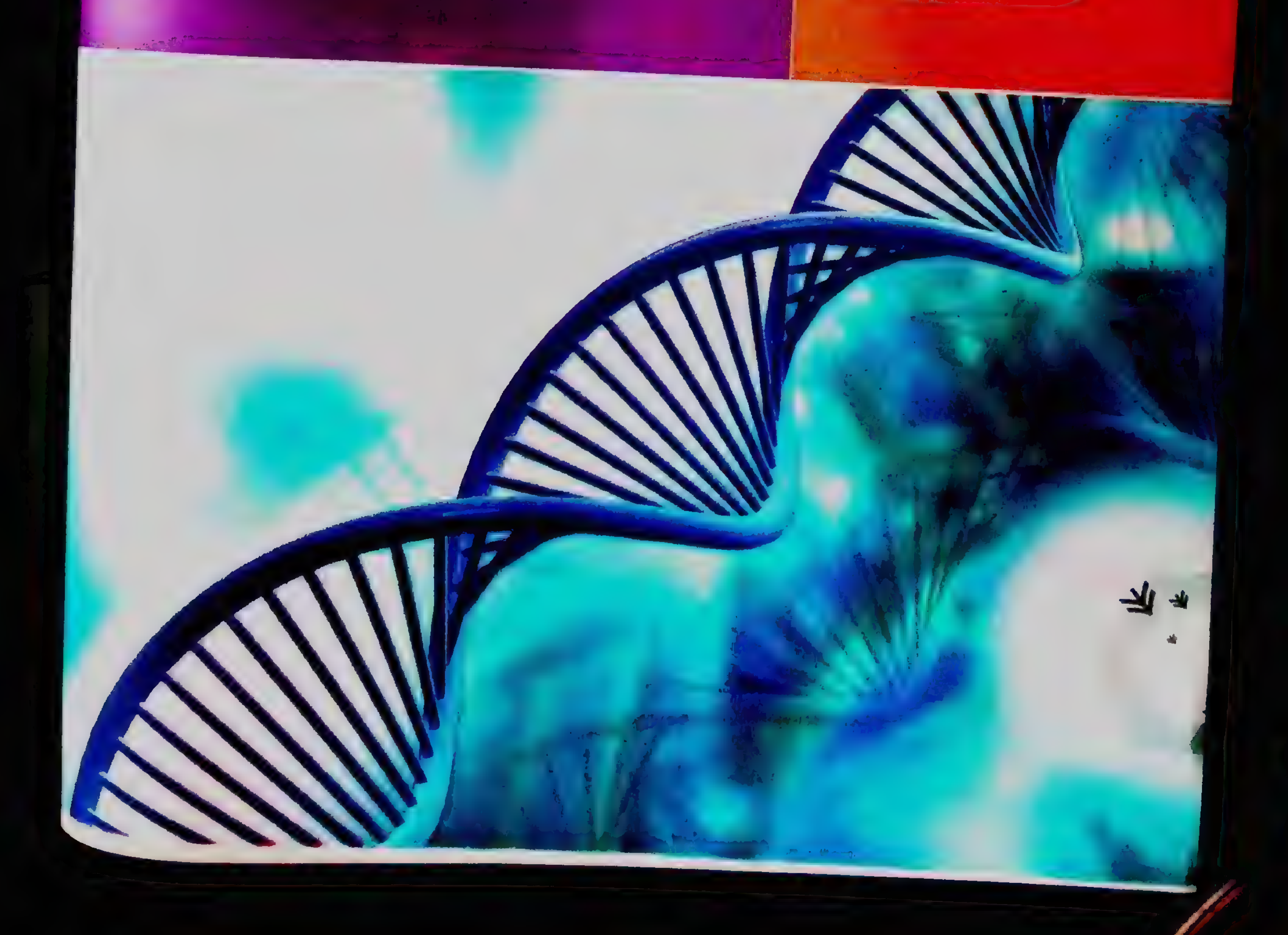
الفصل

2

الأحماض النووية وتخليق البروتين

الدرس الأول RNA وتخليق البروتين.

الدرس الثانى التكنولوچيا الجزيئية «الهندسة الوراثية».



الفصل 2

الدرس الأول

RNA وتخليق البروتين

مخرجات التعلم :

في نهاية هذا الدرس ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف أنواع البروتينات.
- يتعرف تركيب الحمض النووى RNA
- يقارن بين أنواع الحمض النووى RNA الثلاثة (الرسول، الريبوسومى، الناقل).
- يتعرف خطوات تخليق البروتين.

أنــواع البـروتـيـنــات

* يدخل فى تركيب أجسام الكائنات الحية آلاف الأنواع من البروتينات، والتى يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين ...

١ البروتينات التركيبية Structural Proteins

◂ هـى البروتينات التى تدخل فـى تراكيب محددة فى الكائن الحى.

من أمثلتها

◂ **الأكتيـن والميوسـين :** اللـذان يدخـلان فـى تركيـب العضلات وغيرها من أعضاء الحركة.

◂ **الكولاچين :** الـذى يدخـل فـى تركيـب بعـض الأنسـجة الضامة (كالأربطة والأوتار).

◂ **الكيراتيـن :** الذى يُكون الأغطية الواقية كالجلد والشعر والحوافر والقرون والريش وغيرها.

٢ البـروتينات التنظيمية Regulatory Proteins

◂ هى البروتينات التى تنظم العديد من العمليات والأنشطة الحيوية فى الكائن الحى.

من أمثلتها

◂ **الإنزيمـات :** التـى تنشـط التفاعلات الكيميائيـة فى الكائنات الحية.

◂ **الأجسـام المضـادة :** التى تكسـب الجسـم المناعة ضد الأجسام الغريبة.

◂ **الهرمونات وغير ذلك من المواد :** التى تمكن الجسـم مـن الاسـتجابة للتغيـرات المسـتمرة فـى بيئتـه الداخلية والخارجية.

بنـاء البروتيـن

* هناك خطة مشتركة لبناء آلاف الأنواع من البروتينات التى توجد فى الأنظمة الحية (أجسام الكائنات الحية).
* يدخل فى تركيب البروتينات ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية التى لها تركيب أساسى واحد.
* ترتبط الأحماض الأمينية ببعضها البعض بروابط ببتيدية فى وجود إنزيمات خاصة خلال تفاعل نازع للماء لتكوين عديد الببتيد (بوليمر) الذى يُكون البروتين.

> **الحمض الأمينى**
> الوحدة البنائية الأساسية للبروتين.

* **الفروق بين البروتينات المختلفة ترجع إلى :**

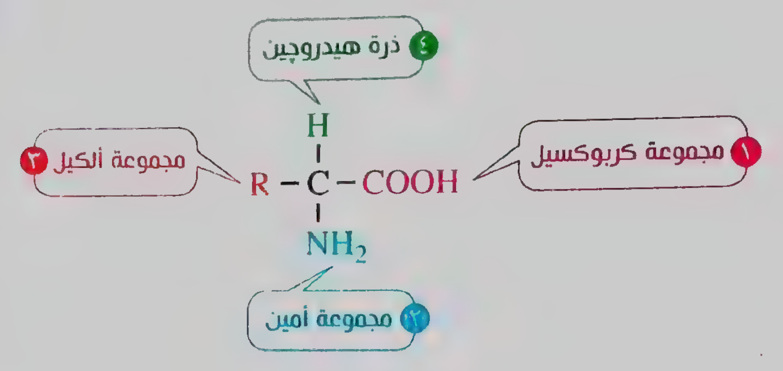
١ اختلاف أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية فى البوليمرات (عديدات الببتيد).

٢ عدد البوليمرات التى تدخل فى بناء البروتين.

٣ الروابط الهيدروچينية الضعيفة التى قد تعطى الجزىء شكله المميز.

* **تركيب الحمض الأمينى :**

تتصل ذرة الكربون الأولى فى الحمض الأمينى بـ :



ملاحظات

* تختلف مجموعة الألكيل (R) باختلاف الحمض الأمينى (توجد فى ١٩ حمض أمينى).
* الحمض الأمينى **«الجلايسين»** هو الحمض الوحيد الذى يحتوى على ذرة هيدروچين بدلًا من مجموعة الألكيل.

H – C(H)(NH₂) – COOH

الجلايسين

اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

أى مما يلى يعد اختلافًا يميز البروتين عن الحمض النووى ؟

Ⓐ يتكون من مونيمرات
Ⓑ يحتوى على روابط هيدروچينية
Ⓒ تتكرر وحداته بطول الجزىء
Ⓓ يحتوى على روابط ببتيدية

الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

* **هناك أوجه تشابه واختلاف بين جزىء DNA وجزىء RNA، ويتضح ذلك من الجدول التالى :**

DNA	RNA
أوجه التشابه	
١ يتكون كل منهما من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من النيوكليوتيدات.	
٢ تتكون كل نيوكليوتيدة من : – سكر خماسى. – قاعدة نيتروچينية. – مجموعة فوسفات.	
٣ ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم (5) فى جزىء سكر إحدى النيوكليوتيدات وبذرة الكربون رقم (3) فى جزىء سكر النيوكليوتيدة السابقة ليتكون هيكل سكر فوسفات.	
أوجه الاختلاف	
١ **نوع السكر الخماسى**	
سكر الديوكسى ريبوز «الذى يحتوى على ذرة أكسچين أقل من سكر الريبوز» ($C_5H_{10}O_4$) (سكر ينقصه ذرة أكسچين عن سكر الريبوز).	سكر الريبوز ($C_5H_{10}O_5$).

٢ القواعد النيتروجينية

- **البيورينات :** (A أدينين - G جوانين).
- **البيريميدينات :** (T ثايمين - C سيتوزين).

- **البيورينات :** (A أدينين - G جوانين).
- **البيريميدينات :** (U يوراسيل - C سيتوزين).

٣ عدد الأشرطة

- شريط مزدوج (شريطين متكاملين) من النيوكليوتيدات.

- شـريط مفرد من النيوكليوتيـدات، ولكنه قد يكون مزدوج في بعض أجزائه.

٤ مكان وجوده

- يوجد داخل النواة.

- يُنسخ من DNA داخل النواة ثم ينتقل إلى السيتوبلازم.

٥ الثبـات

- ثابت بشكل واضح فى الخلية (لا يتحلل).

- يتم هدمه وإعادة بنائه باستمرار.

٦ الأنـواع

- نوع واحد فقط.

- ثلاثة أنـواع أساسية تسهم فـى بنـاء البروتين (الرسول «mRNA»، الريبوسومى «rRNA»، الناقل «tRNA»).

أنواع الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

* **هناك ثلاثة أنواع من الحمض النووى RNA تساهم فى بناء البروتين :**

أنواع الأحماض النووية الريبوزية

- أ حمض RNA الرسول
- ب حمض RNA الريبوسومى
- جـ حمض RNA الناقل

أ حمض RNA الرسول (mRNA)

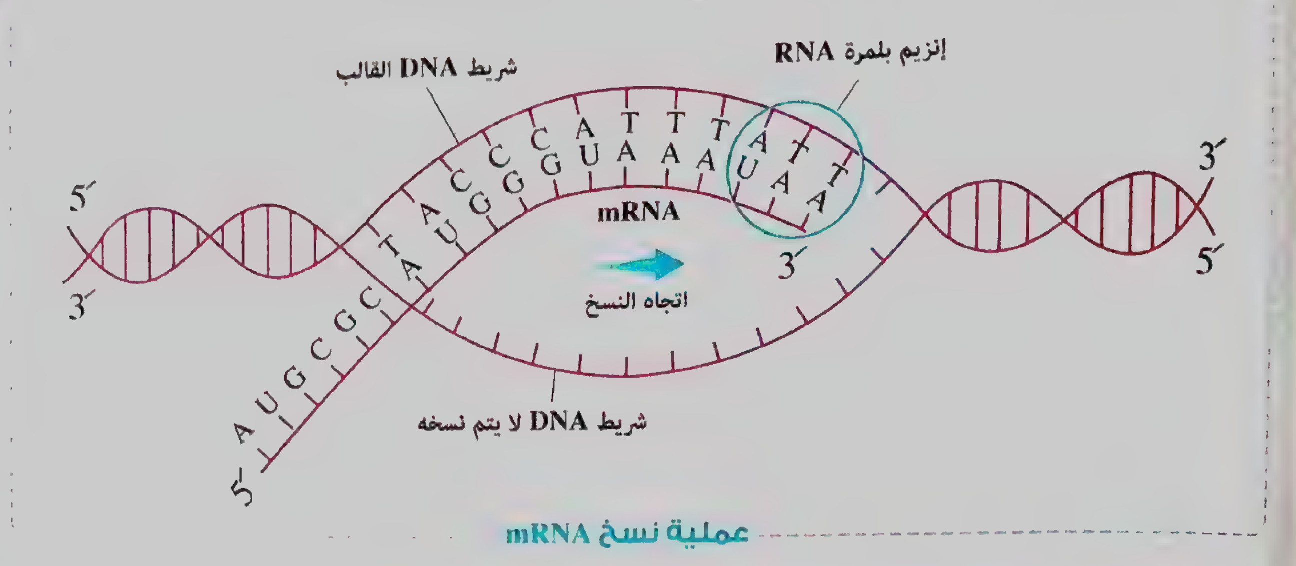
* **نسخ حمض RNA الرسول :**

١ يُنسـخ mRNA مـن أحـد شـريطى DNA بارتبـاط إنـزيـــم بلمـــرة RNA (RNA-polymerase) بتتابع للنيوكليوتيدات على DNA يسمى «المحفز».

> **• المحفز**
> تتابع للنيوكليوتيدات على DNA يوجه إنزيم بلمـرة mRNA إلـى الشريـط الذى سينسخ منه mRNA

٢ ينفصـل شـريطا DNA عـن بعضهمـا حيـث يعمل أحدهمـا كقالب لبنـاء mRNA ويكون القالـب فى اتجاه (´3 ⟵ ´5) فيقوم الإنزيم ببناء mRNA فى اتجاه (´5 ⟵ ´3).

٣ يتحرك الإنزيم على امتداد جزىء DNA حيث يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط mRNA النامى واحدة بعد الأخرى.



عملية نسخ mRNA

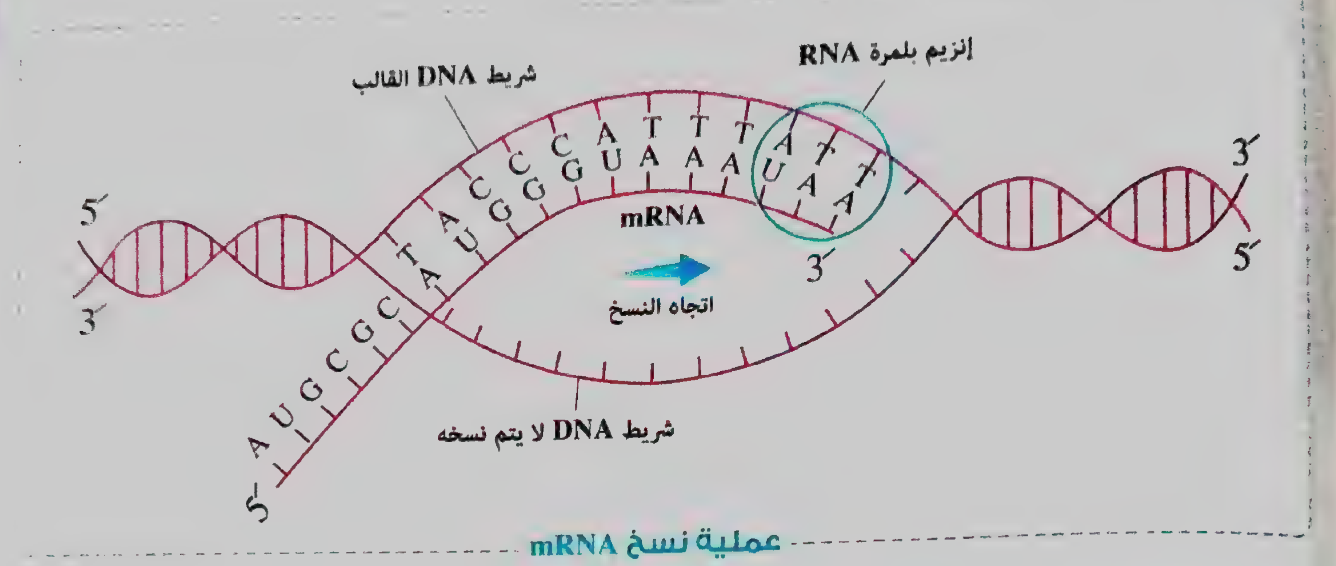
* **تشبه عملية نسخ حمض mRNA عملية تضاعف DNA فيماعدا أن :**

تضاعف DNA لا يقف إلا بعد نسخ كل DNA فى الخلية، بينما فى حالة RNA يتم نسخ جزء فقط من DNA (الذى يحمل الچين)، وحيث إن جزىء DNA مزدوج الشريط **فمن الناحية النظرية** يمكن لأى جزء منه أن يُنسخ إلى جزئين مختلفين من RNA يتكامل كل منهما مع أحد الشريطين.

إلا أن ما يحدث فى الواقع هو أن نسخ RNA يتم من خلال شريط واحد فقط من DNA هو الذى يتم نسخ قطعة منه ويدل توجيه المحفز على الشريط الذى سينسخ.

* **تختلف عملية نسخ mRNA وترجمته إلى البروتين المقابل فى أوليات النواة عن حقيقيات النواة، كالتالى :**

نسخ وترجمة mRNA فى أوليات النواة	نسخ وترجمة mRNA فى حقيقيات النواة
يوجد إنزيم بلمرة RNA واحد ينسخ أنواع حمض RNA الثلاثة.	يوجد إنزيم بلمرة RNA خاص لنسخ كل نوع من أنواع حمض RNA الثلاثة.
يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل بمجرد بنائه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ فى ترجمته إلى بروتين، بينما يكون الطرف الآخر لجزىء mRNA مازال فى مرحلة البناء على DNA القالب.	لا يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الانتهاء من بناء mRNA كاملًا فى النواة وانتقاله إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووى.



عملية نسخ mRNA

* **تشبه عملية نسخ حمض mRNA عملية تضاعف DNA فيماعدا أن :**

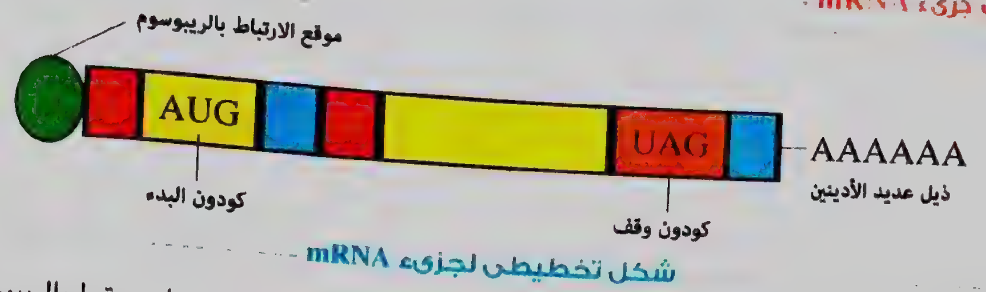
تضاعف DNA **لا** يقف إلا بعد نسـخ كل DNA فى الخلية، بينما فى حالة RNA يتم نسـخ جزء فقط من DNA (الذى يحمل الچين)، وحيث إن جزىء DNA مزدوج الشريط **فمن الناحية النظرية** يمكن لأى جزء منه أن يُنسخ إلى جزئين مختلفين من RNA يتكامل كل منهما مع أحد الشريطين.

إلا أن ما يحـدث فى الواقـع هـو أن نسخ RNA يتم من خلال شريط واحد فقط من DNA هو الذى يتم نسخ قطعة منه ويدل توجيه المحفز على الشريط الذى سينسخ.

* **تختلف عمليـة نسخ mRNA وترجمتـه إلى البروتيـن المقابل فـى أوليـات النـواة عـن حقيقيـات النواة، كالتالى :**

نسخ وترجمة mRNA فى أوليات النواة	نسخ وترجمة mRNA فى حقيقيات النواة
◂ يوجد إنـزيـم بلمـرة RNA واحـد ينسـخ أنـواع حمض RNA الثلاثة.	◂ يوجد إنزيم بلمرة RNA خاص لنسخ كل نوع من أنواع حمض RNA الثلاثة.
◂ يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل بمجرد بنائه من DNA حيث ترتبط الريبوسـومات ببداية mRNA وتبدأ فـى ترجمته إلى بروتين، بينما يكون الطرف الآخر لجزىء mRNA مازال فى مرحلة البناء على DNA القالب.	◂ لا يتـم ترجمـة mRNA إلـى البروتـين المقابـل إلا بعـد الانتهـاء من بناء mRNA كاملًا فـى النواة وانتقاله إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووى.

* تركيب جزىء mRNA :



شكل تخطيطى لجزىء mRNA

- يوجد فى بداية جزىء mRNA : موقع الارتباط بالريبوسوم وهو تتابع للنيوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم حيث يصبح أول كودون (كودون البدء) AUG متجهًا لأعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة.

- يوجد فى نهاية جزىء mRNA :

١ كـودون الـوقـف : يكون واحد من ثلاثة كودونات، هى (UAA ، UAG ، UGA).

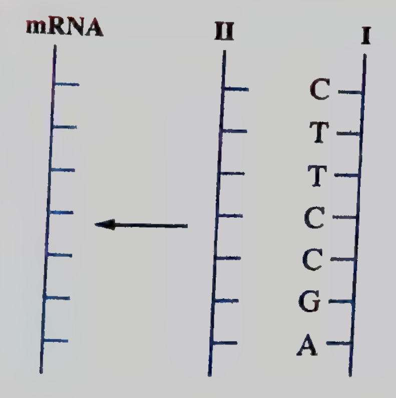
٢ ذيل عديد الأدينين : يتكون من حوالى ٢٠٠ أدينوزين، وهو لا يمثل شفرة،

وظيفته : يعمل على حماية mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة فى السيتوبلازم.

مجاب عنها

67 اختبـر نفسـك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



١ من الشكل المقابل، أى مما يلى يمثل تتابع النيوكليوتيدات على mRNA ؟

Ⓐ G – A – A – G – C – U – A

Ⓑ G – U – U – G – C – A – U

Ⓒ G – U – U – G – C – U – A

Ⓓ C – U – U – C – C – G – A

٢ بم يتميز الجزىء المتكون أثناء عملية نسخ mRNA فى حقيقيات النواة ؟

Ⓐ مكمل لكل من شريطى الحمض النووى DNA

Ⓑ مطابق لشريط واحد من الحمض النووى DNA

Ⓒ مزدوج ويتكون داخل النواة

Ⓓ مكمل لجزء من شريط واحد من الحمض النووى DNA

ب حمض RNA الريبوسومى (rRNA)

• وظيفة حمض rRNA :

يدخل أربعة أنواع مختلفة من حمض rRNA مع حوالى ٧٠ نوعًا من عديد الببتيد فى بناء الريبوسومات (عضيات بناء البروتين فى الخلية).

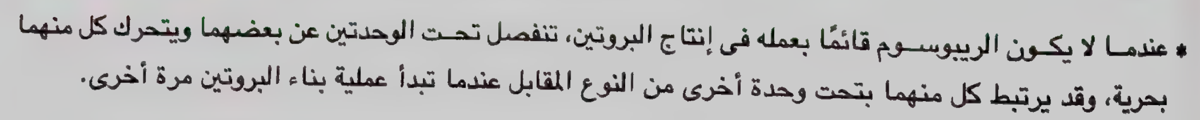
• بناء الريبوسومات فى حقيقيات النواة :

- يتم بناء الريبوسومات فى حقيقيات النواة فى النوية (منطقة داخل النواة).
- يتم بناء آلاف من الريبوسومات فى الساعة فى خلايا حقيقيات النواة (أى بمعدل سريع) وذلك لأن DNA فى خلايا حقيقيات النواة يحتوى على أكثر من ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومى الذى يشترك فى بناء الريبوسومات التى تحتاج إليها الخلايا بكثرة.
- يتكون الريبوسوم الوظيفى من تحت وحدتين Subunits :

١ تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة
وهى تحتوى على موقعين :
الأول: موقع الببتيديل (P) **الثانى:** موقع الأمينو أسيل (A)

٢ تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة
وهى ترتبط بجزىء mRNA فى بداية تخليق البروتين

P A



* عندما لا يكون الريبوسوم قائمًا بعمله فى إنتاج البروتين، تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما ويتحرك كل منهما بحرية، وقد يرتبط كل منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين مرة أخرى.
* يتم بناء البروتينات التى تدخل فى تركيب الريبوسومات فى السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووى إلى داخل النواة حيث يكون كل من rRNA وعديدات الببتيد تحت وحدتا الريبوسوم.
* أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA و rRNA

Key Points

• الريبوسومات :

التركيب الكيميائى لها	التركيب الوظيفى لها
٧٠ نوع من سلاسل عديدات الببتيد + ٤ أنواع من rRNA	- تحت وحدة ريبوسوم صغيرة. - تحت وحدة ريبوسوم كبيرة تحتوى على : موقع الببتيديل (P)، موقع الأمينو أسيل (A).

68 اختبر نفسك

اختر : مم تتكون الريبوسومات ؟

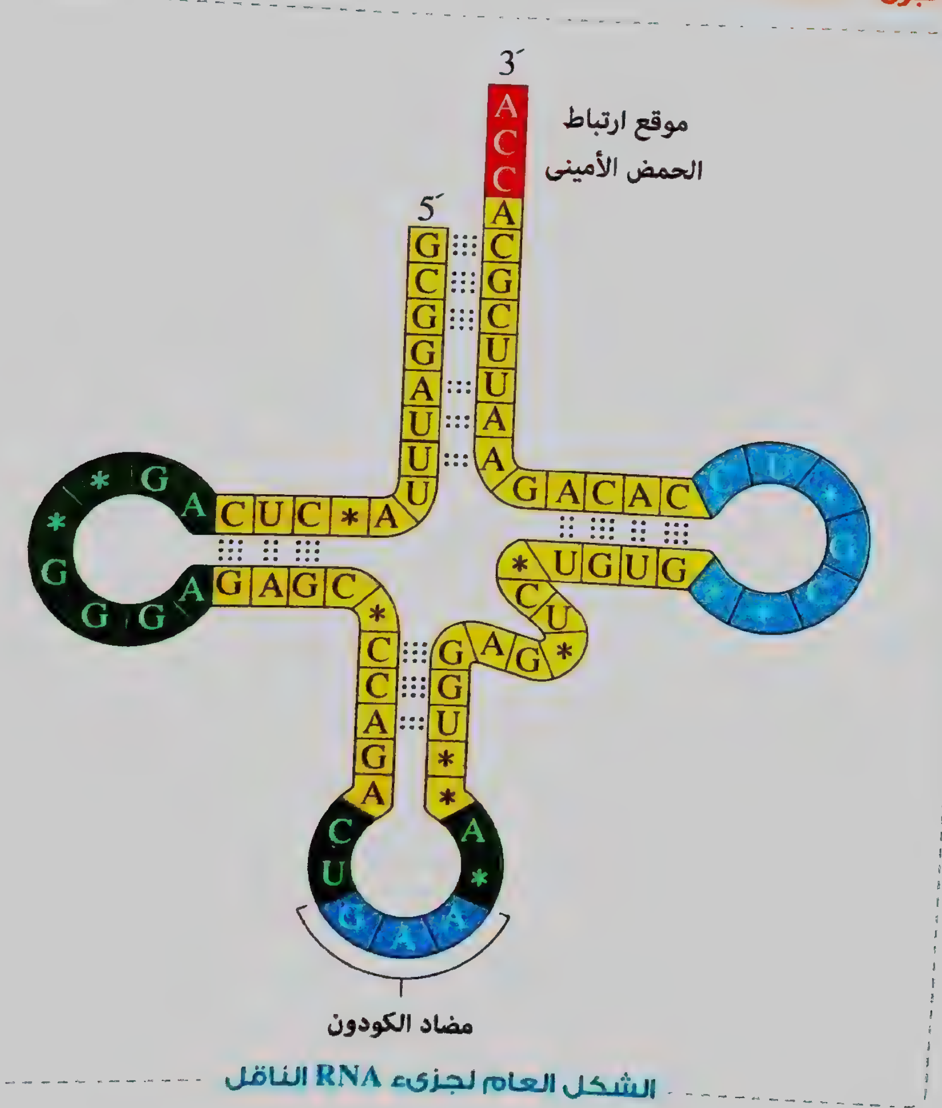
ⓐ من أحماض أمينية
ⓑ من أحماض نووية
ⓒ من أحماض نووية وأحماض أمينية
ⓓ من أحماض أمينية وأحماض دهنية

جـ حمض RNA الناقل (tRNA)

* **وظيفة حمض tRNA :** يقوم حمض tRNA بنقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات أثناء تكوين البروتين حيث يكون لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يقوم بالتعرف عليه ثم نقله، **ولكن** الأحماض الأمينية التي لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع من tRNA، لذا يكون عدد tRNA أكثر من عشرين.

* **نسخ tRNA :** ينسخ tRNA من چينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات من (٧ – ٨) چينات على نفس الجزء من جزيء DNA

* **الشكل العام لجزيء tRNA :**



الشكل العام لجزيء RNA الناقل

- لكل جزيئات tRNA نفس الشكل العام حيث تلتف أجزاء من الجزيء لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدواج القواعد فى مناطق مختلفة من الجزيء.
- **يوجد موقعان على جزيء tRNA لهما دور فى بناء البروتين :**

الأول

موقع اتحاد الجزيء بالحمض الأمينى الخاص به، ويتكون من ثلاث قواعد CCA عند الطرف 3 من الجزيء.

الثانى

موقع مقابل (مضاد) الكودون الذى تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA المناسبة عند مركب mRNA والريبوسوم حيث يحدث ارتباط مؤقت بين tRNA و mRNA مما يسمح للحمض الأمينى المحمول على tRNA أن يدخل فى المكان المحدد فى سلسلة عديد الببتيد.

69 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ ما نوع الروابط المسئولة عن الحفاظ على شكل جزيء tRNA ؟

(أ) الروابط التساهمية (ب) الروابط الهيدروچينية

(ج) الروابط الببتيدية (د) الروابط الأيونية

٢ بفرض استبدال نيوكليوتيدة الأدينين بنيوكليوتيدة السيتوزين فى الطرف 3 لجزيء tRNA، فما الذى تتوقع حدوثه ؟

(أ) يحدث تغير فى الشفرة الوراثية

(ب) لا يحدث تكامل بين الكودون ومضاد الكودون

(ج) لن يرتبط الحمض الأمينى بجزيء tRNA

(د) يتغير شكل جزيء tRNA

الشفرة الوراثية The Genetic Code

- **الشفرة الوراثية :** تتابع النيوكليوتيدات فى ثلاثيات على mRNA والتى تم نسخها من أحد شريطى DNA

- ينتقل mRNA إلى الريبوسوم حيث يترجم إلى تتابع للأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد الذى يكون بروتينًا معينًا.

عدد النيوكليوتيدات التى تكون شفرة الحمض الأمينى

★ **لقد سبق وعرفنا أن :**

- عدد الأحماض الأمينية ٢٠ نوعًا.
- عدد النيوكليوتيدات التى تدخل فى بناء DNA ، RNA أربعة أنواع، ولأن النيوكليوتيدات هى التى تشكل شفرات الأحماض الأمينية لذا يجب أن تشكل على الأقل ٢٠ شفرة مختلفة (تدل على العشرين نوعا من الأحماض الأمينية).

فإذا اعتبرنا أن الشفرة الوراثية :

١ **أحادية** : أى أن كل نيوكليوتيدة تمثل شفرة حمض أمينى معين فتكون عدد الشفرات ٤ شفرات وبالتالى فهى تشكل ٤ أحماض أمينية فقط **(وهذا لا يصلح).**

٢ **ثنائية** : أى أن كل نيوكليوتيدتين تمثل شفرة حمض أمينى معين فتكون عدد الشفرات $٤^٢$ = ١٦ شفرة وبالتالى فهى تشكل ١٦ حمض أمينى فقط **(وهذا لا يصلح).**

٣ **ثلاثية** : أى أن كل ثلاث نيوكليوتيدات تمثل شفرة حمض أمينى معين فتكون عدد الشفرات $٤^٣$ = ٦٤ شفرة وبالتالى يصبح لكل حمض أمينى أكثر من شفرة (ماعدا الميثيونين)

(وهذا يصلح فهو أكثر من الحاجة لتكوين كلمة شفرة لكل حمض أمينى).

وقد توفرت أدلة كافية تؤيد الشفرة الثلاثية عام ١٩٦٠م، إلا أنه قد تم الوصول إلى الشفرات الخاصة بكل حمض أمينى والتى يطلق عليها اسم كودونات عام ١٩٦٥م

∵ أصغر حجم نظرى لكلمة شفرة DNA هو ثلاث نيوكليوتيدات.
∴ الشفرة الوراثية ثلاثية.

الكودون
شفرة وراثية تتكون من ثلاثة نيوكليوتيدات على شريط mRNA

- تسمى شفرة الحمض الأمينى بـ «**الكودون Codon**».
- يوجد كودون واحد لبدء بناء البروتين يسمى «**كودون البدء**» وهو (AUG).
- يوجد ثلاثة كودونات توقف بناء البروتين تسمى «**كودونات الوقف**» وهى (UAA ، UAG ، UGA) حيث تعطى هذه الكودونات إشارة عند النقطة التى تقف عندها آلية بناء البروتين وتنتهى سلسلة عديد الببتيد.
- **الشفرة الوراثية عالمية أو عامة** لأن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية فى جميع أنواع الكائنات الحية (الفيروسات، البكتيريا، الفطريات، النباتات، الحيوانات) وهذا دليل قوى على أن جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض نشأت عن أسلاف مشتركة.

Key Points

الشفرة	الاحتمالات	الاستنتاج
أحادية	٤¹ = ٤	يوجد ١٦ حمض أمينى بلا شفرات
ثنائية	٤² = ١٦	يوجد ٤ أحماض أمينية بلا شفرات
ثلاثية	٤³ = ٦٤	لكل حمض أميني شفرة أو أكثر

اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى من العبارات التالية غير صحيحة عن الشفرة الوراثية ؟

أ) تتكون من نيوكليوتيدات ثلاثية على الحمض النووى

ب) شفرة الحمض الأمينى ثابتة فى كل أنواع الكائنات الحية

ج) التتابعات المختلفة للشفرات الوراثية تؤدى إلى إنتاج بروتينات مختلفة

د) يمكن أن تكون نفس الشفرة لأكثر من نوع من الأحماض الأمينية

٢ أى من التتابعات التالية لا يمثل مضاد كودون للحمض النووى tRNA ؟

أ) AUG

ب) AUC

ج) UAG

د) AUA

جدول الشفرات «للاطلاع فقط»

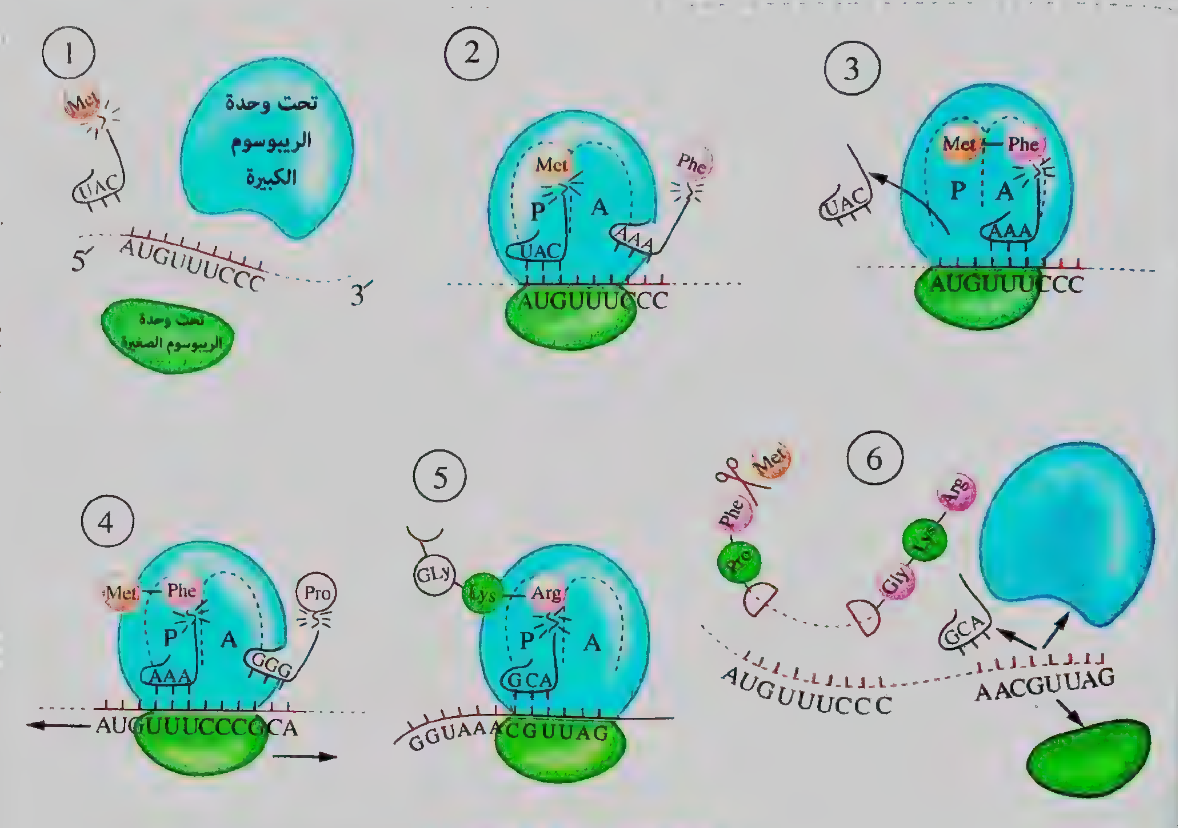
القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
U	UUU Phenylalanine	UCU Serine	UAU Tyrosine	UGU Cysteine	U
	UUC Phenylalanine	UCC Serine	UAC Tyrosine	UGC Cysteine	C
	UUA Leucine	UCA Serine	UAA STOP	UGA STOP	A
	UUG Leucine	UCG Serine	UAG STOP	UGG Tryptophan	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histidine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histidine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleucine	ACU Threonine	AAU Asparagine	AGU Serine	U
	AUC Isoleucine	ACC Threonine	AAC Asparagine	AGC Serine	C
	AUA Isoleucine	ACA Threonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUG (START) Methionine	ACG Threonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCU Alanine	GAU Asparagine	GGU Glycine	U
	GUC Valine	GCC Alanine	GAC Asparagine	GGC Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Glutamic acid	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAG Glutamic acid	GGG Glycine	G

ملحوظة

الكودونات الموجودة فى الجدول السابق هى التى توجد فى mRNA أما كودونات DNA فهى النيوكليوتيدات التى تتكامل قواعدها مع الكودونات الموجودة بالجدول.

تخليق البروتين Protein Synthesis

* عملية تخليق البروتين عملية معقدة تتضمن تداخل الأنواع المختلفة من جزيئات RNA كما يتضح من الرسم التالى :



خطوات تخليق البروتين

أضف إلى معلوماتك

القص الموجود بالرسم يشير إلى أن الحمض الأمينى الأول (الميثيونين) يُزال لاحقًا أثناء عملية الترجمة.

* **يتم تخليق البروتين على ثلاث مراحل رئيسية كالتالى :**

أولا بدء عملية الترجمة

- ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة بجزىء mRNA من جهة الطرف 5́ بحيث يكون أول كودون به AUG متجهًا إلى أعلى.
- تتزاوج قواعد مضاد الكودون لجزىء tRNA الخاص بالميثيونين مع كودون AUG وبذلك يصبح حمض الميثيونين أول حمض أمينى فى سلسلة عديد الببتيد التى ستبنى.
- ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة بالمركب السابق (تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة + mRNA + tRNA) وعندئذ تبدأ تفاعلات بناء البروتين.

ملاحظات

(١) يوجد على الريبوسوم موقعان (موقع الببتيديل (P) وموقع أمينو أسيل (A)) يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA

(٢) الميثيونين هو أول حمض أمينى فى سلسلة عديد الببتيد لأن أول كودون على mRNA هو AUG ويمثل شفرة الحمض الأمينى الميثيونين وهو يوجد عند موقع الببتيديل (P).

ثانيا استطالة سلسلة عديد الببتيد

* تبدأ سلسلة عديد الببتيد فى الاستطالة فى دورة تتكون من **ثلاث** خطوات :

١ يرتبط مضاد كودون tRNA آخر بالكودون التالى على جزىء mRNA فى موقع الأمينو أسيل (A) حاملاً الحمض الأمينى الثانى فى سلسلة عديد الببتيد.

٢ – يحدث تفاعل نقل الببتيديل الذى ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأمينى الأول والثانى بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة.

– يصبح tRNA الأول فارغًا ويترك الريبوسوم وقد يلتقط ميثيونينًا آخر، أما tRNA الآخر يحمل الحمضين الأمينيين معًا.

تفاعل نقل الببتيديل
تفاعل كيميائى يحدث فى تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة وينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين حمض أمينى والحمض الذى يليه بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل.

٣ – يتحرك الريبوسوم على امتداد mRNA بحيث يصبح الموقع (A) خالى ويصبح الحمض الأمينى الثانى أمام الموقع (P) على الريبوسوم.

– تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون على tRNA مناسب بكودون mRNA جالبًا الحمض الأمينى الثالث إلى الموضع المناسب على الموقع (A).

– ترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأمينى الجديد القادم على جزىء tRNA الثالث ثم يتكرر التتابع.

ثالثا توقف عملية بناء البروتين

١ تقف عملية بناء البروتين عندما يصل الريبوسوم إلى كودون وقف على mRNA حيث يرتبط عامل الإطلاق بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض.

٢ بمجرد أن يبرز الطرف ´5 لجزىء mRNA من الريبوسوم يرتبط به تحت وحدة ريبوسوم صغيرة أخرى لتبدأ دورة أخرى فى بناء البروتين.

عامل الإطلاق
بروتين يرتبط بكودون الوقف على جزىء mRNA مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض وتتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكونة.

ملحوظة

عادةً ما يتصل بجزىء mRNA عدد من الريبوسومات (قد يصل إلى ١٠٠ ريبوسوم) حيث يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA فيسمى عندئذ «عديد الريبوسوم».

- **عديد الريبوسوم**: اتصال جزىء mRNA واحد بعدد من الريبوسومات قد يصل إلى المائة ريبوسوم يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA

★ إيجاز لعمليتى النسخ والترجمة :

- يعمل أحد شريطى DNA (الشريط الناسخ) كقالب لبناء mRNA
- يكون القالب فى اتجاه ($3' \longrightarrow 5'$).
- يتم بناء mRNA فى اتجاه ($5' \longrightarrow 3'$).
- يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط mRNA النامى واحدة بعد الأخرى.
- تتزاوج قواعد مضادات كودونات جزيئات tRNA الخاصة بكل حمض أمينى مع كودونات mRNA
- ترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية لتتكون سلسلة عديد الببتيد.

شريط DNA غير ناسخ: 5'...ATGGGGCTCAGCAAC...3'

شريط DNA ناسخ: 3'...TACCCCGAGTCGTTG...5'

شريط mRNA منسوخ: 5'...AUG GGG CUC AGC AAC...3'

مضادات كودون tRNA: UAC CCC GAG UCG UUG

سلسلة عديد الببتيد: Met–Gly–Leu–Ser–Asp

DNA ← نسخ ← mRNA ← ترجمة ← بروتين

Key Points

- تتابع القواعد النيتروجينية على شريط DNA الناسخ يتفق تمامًا مع تتابع القواعد النيتروجينية المناظرة لها على مضادات الكودونات لـ tRNA، كما أن تتابع القواعد النيتروجينية على شريط DNA غير الناسخ يتفق تمامًا مع تتابع القواعد النيتروجينية المناظرة لها على شريط mRNA إلا إذا كان هناك قاعدة ثايمين على DNA فى أى من الحالتين فستتواجد قاعدة يوراسيل مقابلها فى RNA :

أمثلة	ثلاثية الشفرة على شريط DNA الناسخ	الثلاثية المناظرة على شريط DNA غير الناسخ	الكودون على mRNA	مضاد الكودون على tRNA
(١)	GAC	CTG	CUG	GAC
(٢)	TGC	ACG	ACG	UGC

- **أماكن حدوث بعض العمليات فى حقيقيات النواة :**

	النواة	النوية	السيتوبلازم	الريبوسومات
تضاعف DNA	✓	✗	✗	✗
نسخ mRNA	✓	✗	✗	✗
تكوين الريبوسومات	✗	✓	✗	✓
تكوين الروابط الببتيدية	✗	✗	✗	✗
سلسلة عديد ببتيد متحررة	✗	✗	✓	✗

- **إذا كانت (س) تمثل عدد الأحماض الأمينية المكونة لسلسلة عديد الببتيد فإن :**

	عدد الأحماض الأمينية	عدد الروابط الببتيدية المتكونة	عدد جزيئات الماء الناتجة	عدد كودونات mRNA	عدد نيوكليوتيدات mRNA	عدد نيوكليوتيدات DNA	عدد لفات جزئ DNA
	س	ص = س - ١	ع = س - ١	ل = س + ١	م = ل × ٣	ن = م × ٢	ى = ن ÷ ٢٠
مثال	٩٩	٩٨ ←	٩٨ ←	١٠٠ ←	٣٠٠ ←	٦٠٠ ←	٣٠ ←

71 اختبـر نفسـك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ إذا كان عدد الأحماض الأمينية فى عديد ببتيد كما بالجدول التالى، فما الأعداد التى تمثلها (س) ، (ص) ، (ع) ، (ل) على الترتيب ؟

عدد الأحماض الأمينية فى عديد ببتيد	عدد كودونات mRNA	عدد نيوكليوتيدات mRNA	عدد الروابط الببتيدية المتكونة	عدد جزيئات الماء الناتجة عند التكوين
٣٠٠	س	ص	ع	ل

(أ) ٣٠٠ ، ٩٠٠ ، ٣٠٠ ، ٣٠٠
(ب) ٣٠٣ ، ٩٠٩ ، ٢٩٩ ، ١٥٠
(ج) ٣٠١ ، ٩٠٣ ، ٢٩٩ ، ٢٩٩
(د) ٣٠١ ، ٩٠٣ ، ٢٩٩ ، ١٥٠

٢ أثناء تكوين سلسلة عديد ببتيد نتج ١٠٠ جزىء ماء، فكم يكون عدد نيوكليوتيدات mRNA الذى تكون منه هذه السلسلة ؟

(أ) ٩٩ نيوكليوتيدة
(ب) ١٠٠ نيوكليوتيدة
(ج) ٣٠٠ نيوكليوتيدة
(د) ٣٠٦ نيوكليوتيدة

٣ الخطوات التالية تمثل مراحل تخليق البروتين ولكنها غير مرتبة :

(١) يرتبط tRNA بالموقع (A).

(٢) تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمض الأمينى الجديد وسلسلة عديد الببتيد.

(٣) يترك tRNA موقع (P) ويتحرك الريبوسوم ويصبح الموقع (A) خاليًا.

(٤) ترتبط وحدة ريبوسومية صغيرة بـ mRNA

(٥) ترتبط الوحدة الريبوسومية الكبيرة بالصغيرة.

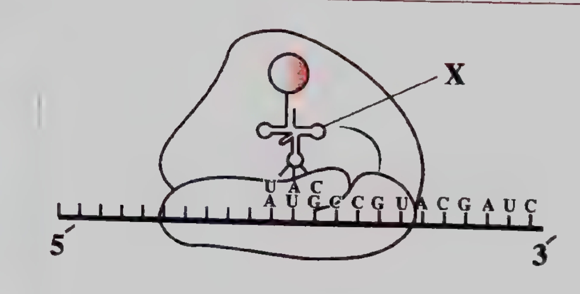
ما الترتيب الصحيح لهذه الخطوات ؟

Ⓐ (١) ، (٣) ، (٥) ، (٢) ، (٤)   Ⓑ (٤) ، (٥) ، (١) ، (٢) ، (٣)

Ⓒ (٣) ، (١) ، (٥) ، (٢) ، (٤)   Ⓓ (٥) ، (٤) ، (١) ، (٢) ، (٣)

---

٤ من الشكل المقابل، أى من العمليات المنفذة بواسطة الجزىء (X) أثناء الترجمة صحيحة ؟



Ⓐ الارتباط بالحمض الأمينى ثم الارتباط بكودون على mRNA

Ⓑ الارتباط بكودون على mRNA ثم الارتباط بالحمض الأمينى

Ⓒ إدماج الحمض الأمينى فى سلسلة عديد الببتيد ثم الارتباط بكودون على mRNA

Ⓓ الانفصال عن كودون mRNA ثم إدماج الحمض الأمينى فى سلسلة عديد الببتيد

---

٥ كم عدد جزيئات الماء الناتج عن تكوين عديد ببتيد عند ترجمة mRNA مكون من ٣٠٠ نيوكليوتيدة ؟

Ⓐ ٩٨ جزىء   Ⓑ ٩٩ جزىء   Ⓒ ١٠٠ جزىء   Ⓓ ٣٠٠ جزىء

---

٦ من الشكل المقابل، أى التتابعات التالية هو الصحيح ؟

	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
Ⓐ	TAC	CAU	GUA	GUC
Ⓑ	UAC	GTA	CAU	GUC
Ⓒ	TAC	GUA	CAU	GUC
Ⓓ	ATG	CAU	GUA	CAG

Key Points

- **جدول يوضح مقارنة بين عملية التضاعف وعمليتى النسخ والترجمة :**

عملية التضاعف		عملية النسخ		عملية الترجمة	
أوليات النواة	حقيقيات النواة	أوليات النواة	حقيقيات النواة	أوليات النواة	حقيقيات النواة
تكوين DNA من DNA		تكوين RNA من DNA		تكوين عديد ببتيد من RNA	
تتم بطول جزىء DNA		تتم من خلال جزء من DNA يسمى «چين»		تتم بطول mRNA	
تتم من كلا شريطى DNA		تتم من أحد شريطى DNA الذى يبدأ بالمحفز		تتم من الطرف 5َ وتنتهى عند الطرف 3َ	
تتم فى السيتوبلازم	تتم فى النواة	تتم فى السيتوبلازم	تتم فى النواة	تتم من خلال الريبوسومات فى السيتوبلازم	
تحتاج إلى إنزيمات اللولب وبلمرة DNA والربط		تحتاج إلى إنزيم بلمرة RNA من نوع واحد لنسخ الأنواع الثلاثة من RNA	كل نوع من RNA يحتاج إنزيم بلمرة من نوع خاص	تحتاج إلى إنزيمات نزع الماء لربط الأحماض الأمينية ببعضها	
تحتاج إلى نيوكليوتيدات (شريط DNA قالب)		تحتاج إلى ريبونيوكليوتيدات فى وجود شريط DNA يحتوى على المحفز		تحتاج إلى أحماض أمينية	
تحدث عند بدء انقسام الخلية ميتوزيًا أو ميوزيًا		تحدث عند بدء نشاط الخلية لتكوين البروتين		تحدث أثناء عملية نسخ mRNA	تحدث بعد الانتهاء من عملية نسخ mRNA

- **إرشـادات :**

(١) فى شريط mRNA، توجد القاعدة النيتروچينية اليوراسيل (U) بدلًا من القاعدة النيتروچينية الثايمين (T) الموجودة فى DNA ، لذلك فعند نسخ شريط mRNA من شريط DNA ، فإن :

- قاعدة A (فى شريط DNA) تتزاوج معها قاعدة U (فى RNA)
- قاعدة G (فى شريط DNA) تتزاوج معها قاعدة C (فى RNA)
- قاعدة C (فى شريط DNA) تتزاوج معها قاعدة G (فى RNA)
- قاعدة T (فى شريط DNA) تتزاوج معها قاعدة A (فى RNA)

(٢) عند نسخ حمض mRNA من شريط DNA لابد أن يكون شريط DNA القالب فى اتجاه (3َ ⟵ 5َ) بحيث يكون شريط mRNA الذى يتم بناؤه فى اتجاه (5َ ⟵ 3َ).

(٣) الكودون يتكون من ٣ نيوكليوتيدات على شريط mRNA، وبالتالى يكون

عدد الكودونات = مجموع نيوكليوتيدات mRNA / ٣ = مجموع نيوكليوتيدات شريط DNA المفرد الناسخ / ٣

= مجموع نيوكليوتيدات جزىء DNA المزدوج / ٦

(٤) الكودونات على شريط mRNA يتكامل معها مضادات كودونات توجد على tRNA ويحدث تزاوج القواعد النيتروچينية، كالتالى :

- قاعدة الأدينين (A) تتزاوج معها قاعدة اليوراسيل (U) والعكس صحيح.
- قاعدة الجوانين (G) تتزاوج معها قاعدة السيتوزين (C) والعكس صحيح.

(٥) لبناء سلسلة عديد الببتيد بدءًا من شريط DNA :

- يتم أولًا نسخ mRNA من شريط DNA القالب الذى لابد أن يكون فى اتجاه ($3' \leftarrow 5'$) فُينسخ فى اتجاه ($5' \leftarrow 3'$).
- تبدأ عملية الترجمة فى سلسلة عديد الببتيد من جهة الطرف $5'$ لجزىء mRNA
- يتم ترجمة كل كودون فى شريط mRNA بالحمض الأمينى الخاص به وفقًا لجدول الشفرات.

(٦) فى شريط mRNA يوجد :

- كودون بدء (AUG) وهو يمثل شفرة الحمض الأمينى الميثيونين.
- كودون وقف ويكون واحد من ثلاثة كودونات، هى : (UAA ، UAG ، UGA) ، ولا يمثل كودون الوقف شفرة لحمض أمينى معين ولكنه يعطى إشارة عند النقطة التى تقف عندها آلية بناء البروتين.
- ذيل عديد الأدينين وهو يتكون من حوالى ٢٠٠ أدينوزين [..... AAAAA] وهو لا يمثل أيضًا شفرة لحمض أمينى ولكنه يعمل على حماية mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة فى السيتوبلازم ولا يتم ترجمة ذيل عديد الأدينين على جزىء mRNA عند نسخه من DNA

(٧) لكل حمض أمينى نوع خاص من tRNA يقوم بالتعرف عليه ثم نقله، والأحماض الأمينية التى لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع من tRNA

الفصل 2

الدرس الثانى

التكنولوچيا الجزيئية
«الهندسة الوراثية»

مخرجات التعلم :

فى نهاية هذا الدرس ينبغى أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف تقنيات التكنولوجيا الجزيئية الحديثة.
- يتعرف أهمية الجينوم البشرى فى مجال صناعة العقاقير.
- يقدر عظمة الخالق فيما يتعلق بالمعلومات الوراثية ودورها فى تمييز البشر بصفات تختلف من فرد لآخر.

أهم انجازات التكنولوچيا الجزيئية «الهندسة الوراثية»

• أدى التقدم فى معرفة تركيب الچين (علم الچينات) وكيفية تخليق البروتين إلى إمكانية :

- عزل چين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل خلية بكتيرية أو خلية الخميرة.
- تحليل أى چين لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فيه.
- إجراء مقارنة بين تركيب چينات نفس الفرد أو چينات أفراد مختلفة.
- معرفة تتابع الأحماض الأمينية فى أى بروتين من خلال معرفة تتابع النيوكليوتيدات فى الچين.
- نقل چينات وظيفية من خلايا إلى خلايا أخرى (نباتية أو حيوانية).
- بناء جزيئات DNA حسب الطلب، ففى عام ١٩٧٩م قام العالم خورانا **Khorana** بإنتاج چين صناعى وإدخاله إلى داخل خلية بكتيرية.
- إنتاج شرائط قصيرة من DNA تحتوى على تتابع النيوكليوتيدات الذى نرغب فيه، عن طريق برمجة النظم الچينية الموجودة فى العديد من المعامل.
- استخدام DNA المُعد صناعيًا فى تجارب تخليق البروتين.
- معرفة تأثير الأحماض الأمينية على وظيفة البروتين عن طريق تغيير الشفرة لاستبدال حمض أمينى بحمض أمينى آخر.

تقنيات التكنولوچيا الجزيئية

تهجين الحمض النووى

• **الأساس العلمى لتهجين الحمض النووى :**

- عند رفع درجة حرارة جزىء DNA إلى 100°م تتكسر الروابط الهيدروچينية التى تربط القواعد النيتروچينية فى شريطى اللولب المزدوج ويتكون شريطان مفردان غير ثابتين.
- عند خفض درجة حرارة جزىء DNA تتزاوج الأشرطة المفردة ببعضها لتكوين لولب مزدوج من جديد حيث إنها تميل إلى الوصول لحالة الثبات.

- أى شريطين مفردين من DNA أو RNA يمكنهما تكوين شريط مزدوج إذا وجد بينهما تتابعات ولو قصيرة من القواعد المتكاملة.
- تتوقف شدة الالتصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات قواعدهما النيتروچينية ويمكن قياس شدة الالتصاق بين الشريطين بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما مرة أخرى، فكلما زادت درجة الحرارة اللازمة لفصلهما دل ذلك على شدة التصاق الشريطين وهذا معناه أن هناك تكاملًا أكبر بين القواعد النيتروچينية.
- يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد لـ DNA أو RNA على الالتصاق طويلًا فى إنتاج لولب مزدوج هجين.

• كيفية تكوين DNA المهجن :

خطوات إنتاج لولب مزدوج هجين من DNA

١ تمزج أحماض نووية من مصدرين مختلفين (نوعين مختلفين من الكائنات الحية).

٢ ترفع درجة حرارة المزيج إلى ١٠٠°م فتنفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة.

٣ يترك الخليط ليبرد فيحدث ازدواج للقواعد النيتروچينية المتكاملة بين الشرائط فتتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية بالإضافة إلى عدد من اللوالب المزدوجة المهجنة (DNA مهجن) التى يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين.

• DNA المهجن :
لولب مزدوج يتكون من شريطين أحدهما من كائن حى والشريط المتكامل معه من كائن حى آخر.

* استخدامات DNA المهجن :

١ الكشف عن وجود جين معين وتحديد كميته داخل المحتوى الجينى لعينة ما ويتم ذلك كالتالى :

(أ) يُحضر شريط مفرد لتتابعات النيوكليوتيدات يتكامل مع أحد أشرطة الجين محل الدراسة وذلك باستخدام نظائر مشعة (حتى يسهل التعرف عليه بعد ذلك).

(ب) يُخلط هذا الشريط مع العينة غير المعروفة.

(جـ) تُرفع درجة الحرارة إلى ١٠٠°م ثم يترك الخليط ليبرد بهدف الحصول على DNA هجين (أحد الشريطين طبيعى والشريط المتكامل معه صناعى مشع).

(د) نستدل على وجود الجين وكميته فى الخليط بالسرعة التى تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة.

٢ تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة :

كلما تشابه تتابع نيوكليوتيدات DNA بين نوعين من الكائنات الحية وزادت درجة التهجين بينهما ← **كلما كانت العلاقات التطورية بينهما أقرب**

72 اختبر نفسك

مجاب عنها

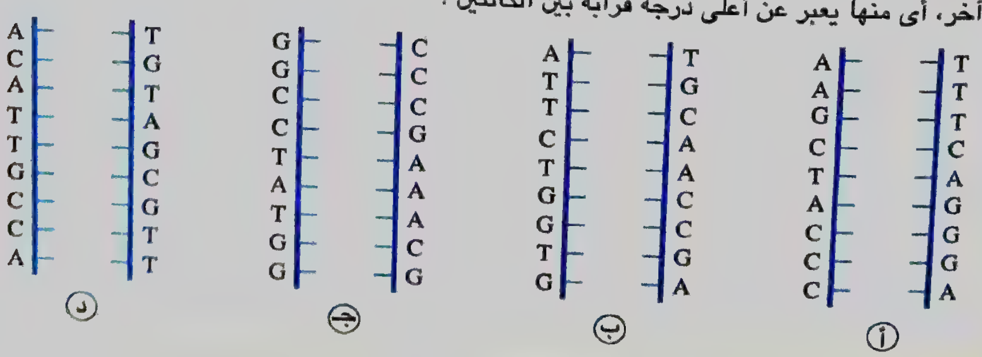
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أى العمليات التالية لا تحتاج إلى إنزيمات ؟

(أ) التضاعف (ب) التهجين

(جـ) النسخ (د) الترجمة

٢ يتضمن كل اختيار من الاختيارات التالية شريطين من DNA أحدهما لنوع من الكائنات الحية والثانى لنوع أخر، أى منها يعبر عن أعلى درجة قرابة بين الكائنين ؟



إنزيمات القطع أو القصر البكتيرية

* ساد الاعتقاد بأن الفيروسات التى تنمو داخل سلالات معينة من بكتيريا إيشيريشيا كولاى *(E.coli)* يقتصر نموها على هذه السلالة فقط.

* أرجع العلماء عدم وجود هذه الفيروسات داخل سلالات أخرى من البكتيريا إلى أن هذه السلالات تُكون إنزيمات تتعرف على مواقع معينة على جزىء DNA الفيروسى الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة، وأطلق على هذه الإنزيمات اسم «**إنزيمات القصر البكتيرية**».

> **إنزيمات القصر**
> إنزيمات بكتيرية تتعرف على مواقع معينة على جزىء DNA الفيروسى الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة.

* وقد اتضح أن إنزيمات القصر تكون منتشرة فى الكائنات الدقيقة حيث تم فصل ما يزيد عن ٢٥٠ نوعًا من هذه الإنزيمات من سلالات بكتيرية مختلفة.

والسؤال الآن... لماذا لا تهاجم هذه الإنزيمات DNA الخاص بالخلية البكتيرية نفسها ؟

لأن البكتيريا التى تحتوى على إنزيمات القصر تُكون إنزيمات معدلة تقوم بإضافة مجموعة ميثيل (CH_3) إلى النيوكليوتيدات فى مواقع جزىء DNA البكتيرى التى تتماثل مع مواقع التعرف على الفيروس مما يجعل DNA البكتيرى مقاومًا لتأثير هذه الإنزيمات، وبذلك تحافظ الخلية البكتيرية على مادتها الوراثية (DNA الخاص بها) من التحلل بفعل إنزيمات القصر.

* كيفية عمل إنزيمات القصر :

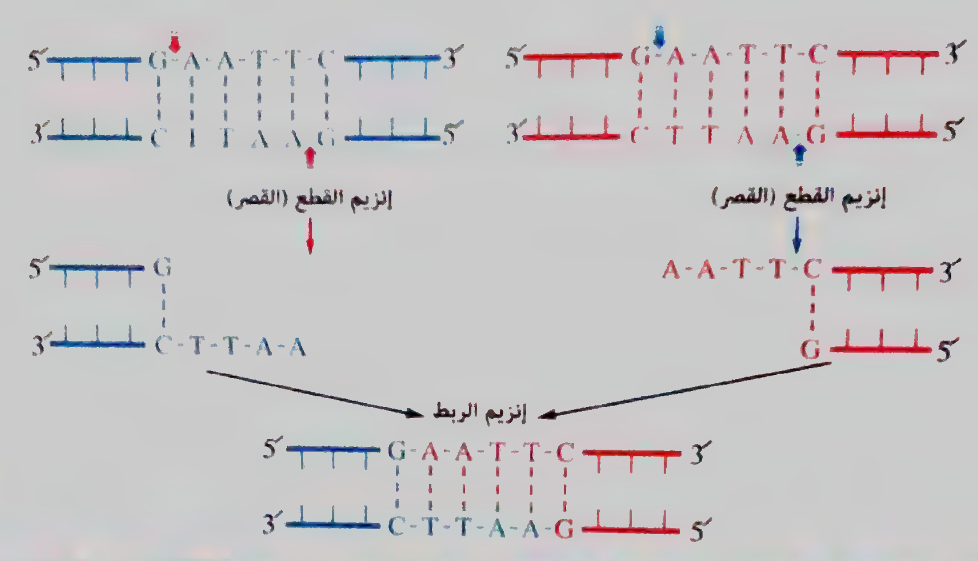
١ يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين للنيوكليوتيدات بشريط DNA مكون من (٤ : ٧) نيوكليوتيدات يسمى «**موقع التعرف**».

> **موقع التعرف**
> تتابع معين مكون من (٤ : ٧) نيوكليوتيدات بشريط DNA يتعرف عليه إنزيم القصر فيقص جزىء DNA عنده أو بالقرب منه ويكون تتابع القواعد النيتروجينية على أحد الشريطين هو نفسه على الشريط الآخر ($5' \leftarrow 3'$).

٢ يقص الإنزيم جزىء DNA عند أو بالقرب من موقع التعرف بحيث يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريط DNA عند موقع القطع هو نفسه عندما يقرأ التتابع على كل شريط فى اتجاه $3'$، ولكل إنزيم قصر القدرة على قطع جزىء DNA بغض النظر عن مصدره (فيروسى أو بكتيرى أو نباتى أو حيوانى) مادام هذا الجزء يحتوى على نسخة أو أكثر من تتابعات التعرف.

أهمية إنزيمات القصر :

توفر إنزيمات القصر وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة أطراف لاصقة متكاملة (أطراف مائلة مفردة الشريط) يمكن لقواعدها أن تتزاوج مع قواعد أطراف لاصقة لشريط DNA آخر تم معاملته بنفس إنزيمات القصر، ثم يتم ربطهما معًا إلى شريط واحد بواسطة إنزيم الربط، وبهذه الطريقة يمكن لصق قطعة معينة من جزيء DNA بقطعة أخرى من جزيء DNA آخر.



دور إنزيمات القصر والربط في قطع وربط قطعتين مختلفتين من جزيء DNA عند مواقع محددة

اختبر نفسك 73

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أي الإنزيمات التالية لا تعمل على كسر روابط كيميائية لجزيء DNA ؟

ⓐ إنزيم دى أكسى ريبونيوكليز
ⓑ إنزيمات القصر
ⓒ إنزيمات اللولب
ⓓ إنزيمات معدلة

٢ أي مما يلي لا يعتبر موقع تعرف ؟

ⓐ 5´...TAATTA...3´ / 3´...ATTAAT...5´
ⓑ 5´...CTTAAG...3´ / 3´...GAATTC...5´
ⓒ 5´...ATTGCT...3´ / 3´...TAACGA...5´
ⓓ 5´...AAGCTT...3´ / 3´...TTCGAA...5´

استنساخ تتابعات DNA

* **يتم الحصول على DNA المراد نسخه بطريقتين هما :**

أ فصل DNA من المحتوى الجينى للخلية

* يتم الحصول على المحتوى الجينى للخلية ثم يتم قص DNA بواسطة إنزيمات القصر.
* بهذه الطريقة يتم الحصول من المحتوى الجينى لأحد الثدييات (مثلًا) على ملايين من قطع DNA يمكن لصقها ببلازميدات أو فاج لاستنساخها (مضاعفتها).
* يتم استخدام تقنيات انتقائية مختلفة لعزل تتابع DNA (قطعة DNA) المرغوب فى التعامل معه.

ب استخدام mRNA

* **هى الطريقة الأفضل وتتم كالتالى :**

١ يتم عزل mRNA من بعض الخلايا التى يكون بها الجين نشطًا، مثل خلايا البنكرياس التى تُكون الأنسولين أو الخلايا المولدة لكريات الدم الحمراء التى تُكون الهيموجلوبين وذلك لوجود كمية كبيرة من mRNA الذى يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات.

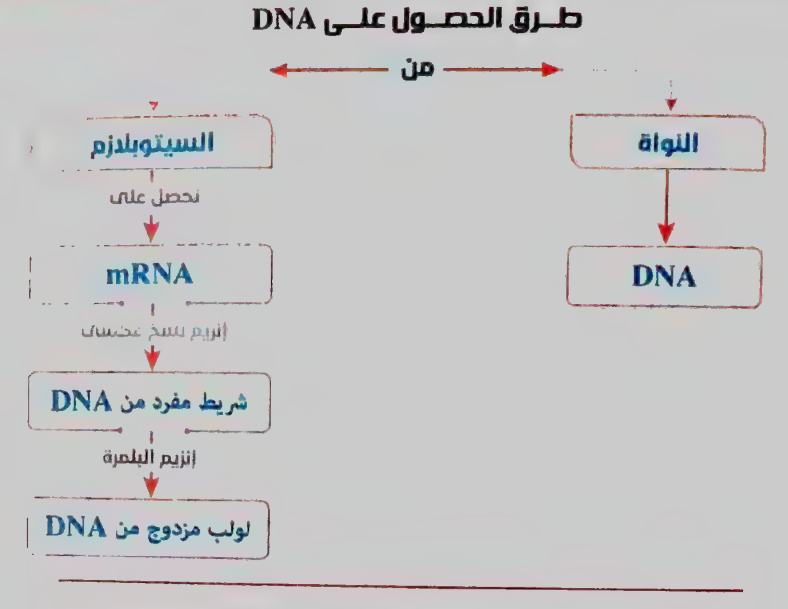
٢ يتم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذى يتكامل معه وذلك باستخدام **إنزيم النسخ العكسى**.

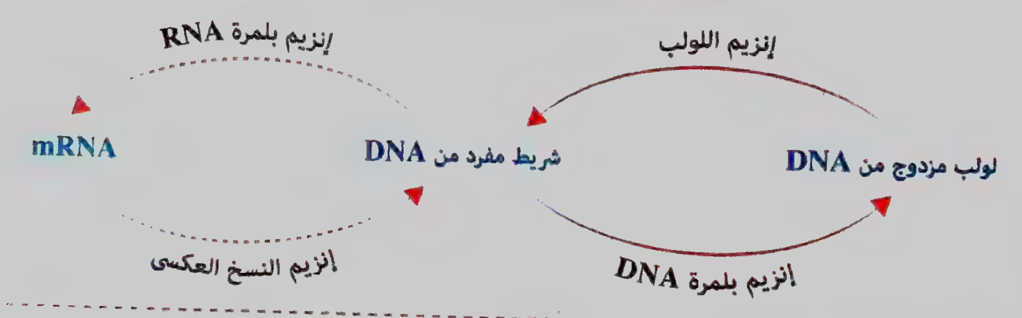
٣ يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون بواسطة إنزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن استنساخه.

ملحوظة

توجد شفرة إنزيم النسخ العكسى فى الفيروسات التى يكون محتواها الجينى RNA وذلك حتى يمكنها تحويل مادتها الوراثية من RNA إلى DNA لكى ترتبط مع DNA لخلية العائل وبذلك تضمن تضاعفها.

Key Points



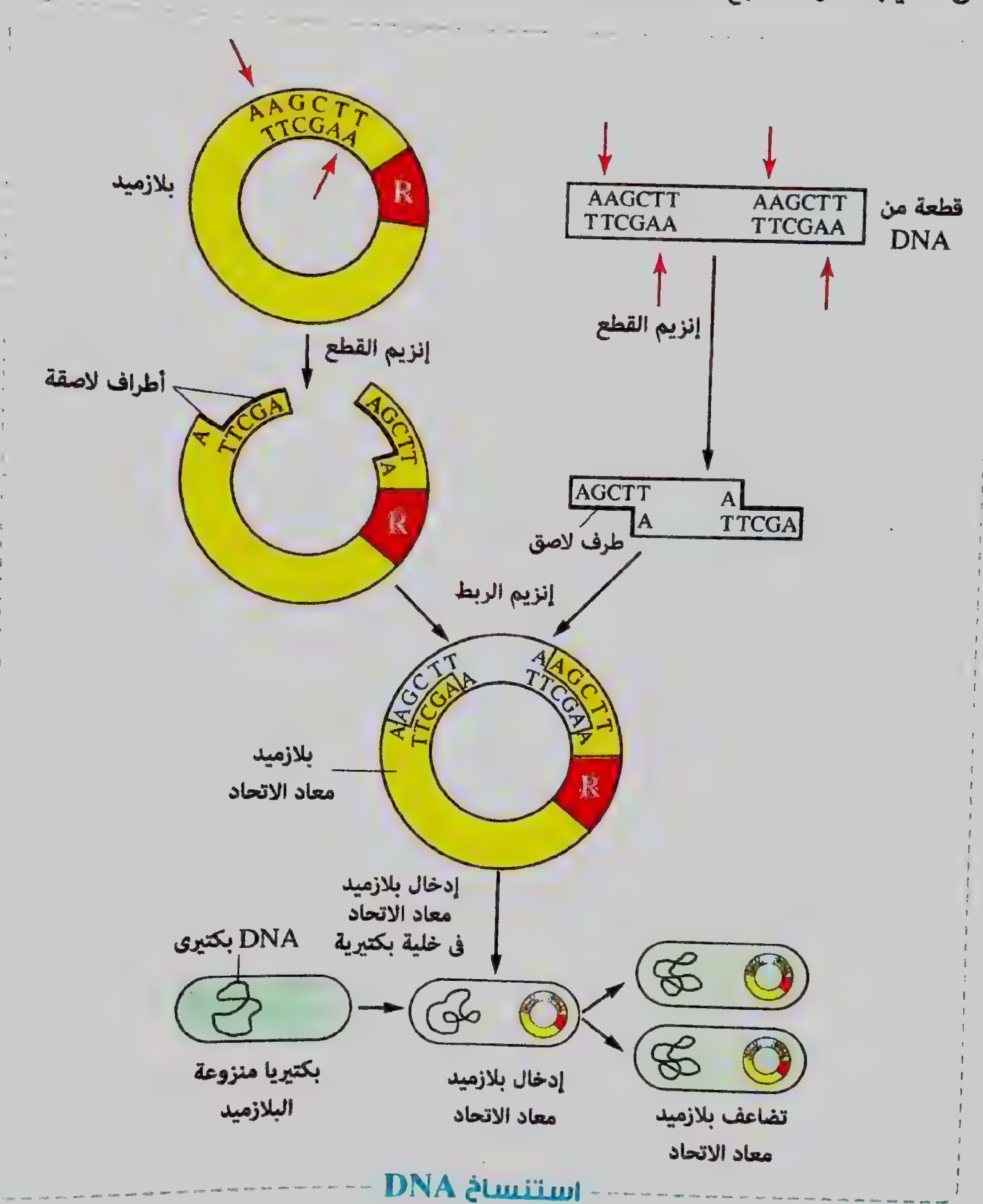


• **طرق استنساخ تتابعات DNA :** يتم نسخ چين أو قطعة من DNA بطريقتين هما :

أ استخدام البلازميد (أو الفاج)

1. يتم عزل DNA (أو الچين) المراد استنساخه ومعاملته بإنزيمات قصر تؤدى إلى قطعه تاركة أطراف لاصقة.
2. يتم عزل البلازميد من خلايا بكتيرية ومعاملته بنفس إنزيمات القصر السابقة وذلك حتى تتعرف على نفس المواقع وتقوم بالقطع عندها تاركة نفس الأطراف اللاصقة.
3. يتم خلط قطع DNA وقطع البلازميد فتتزاوج النهايات اللاصقة لـ DNA مع بعض النهايات اللاصقة للبلازميد ثم يتم ربط الاثنين باستخدام إنزيم الربط.
4. يتـم إضافـة البلازميـد وعليـه DNA إلى مزرعة بكتيرية أو خلايا فطر الخميرة التى سـبق معاملتهـا لزيادة نفاذية DNA حيـث تدخـل بعض البلازميدات إلى داخل الخلايا ومع انقســام الخلية البكتيريـة أو خلية الخميرة تتضاعف البلازميدات مع تضاعف المحتوى الچينى للخلية.
5. يتـم تكسـير الخلايـا وتحرير البلازميدات ويتم إطـلاق قطع DNA (أو الچين) من البلازميـدات بمعاملتها بنفس إنزيمات القصر التى سبق استخدامها.

٦ يتم عزل قطع DNA (أو الجينات) بالطرد المركزى المفرق، وبذلك يتم الحصول على كمية كافية من قطع DNA المتماثلة يمكن تحليلها لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها أو زراعتها فى خلايا أخرى.



استنساخ DNA

ب استخدام جهاز PCR

* يقوم جهاز PCR (Polymerase Chain Reaction) بمضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة باستخدام إنزيم «تاك بوليميريز **Taq Polymerase**» الذى يعمل عند درجة حرارة مرتفعة وهذه التقنية هى المستخدمة حاليًا.

جهاز PCR

- يقوم جهاز PCR (Polymerase Chain Reaction) بمضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة باستخدام إنزيم تاك بوليميريز Taq Polymerase، الذي يعمل عند درجة حرارة مرتفعة وهذه التقنية هي المستخدمة حاليًا.

جهاز PCR

Key Points

- إنزيمات ودورها وكيفية عملها :

الإنزيم	دوره	كيفية عمله
إنزيم بلمرة RNA (RNA Polymerase)	- يقوم بناء RNA من شريط DNA وذلك في الاتجاه (3' ← 5').	تكوين روابط تساهمية في شريط RNA
إنزيمات القصر (القطع البكتيرية)	- تُكون هذه السلالات البكتيرية التي تفرزها من مقاومة الفيروسات التي تهاجمها حيث تتعرف على مواقع معينة على جزيء DNA الفيروسي وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة. - توفر وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة أطراف لاصقة متكاملة (أطراف مائلة مفردة الشريط) يمكن لقواعدها أن تتزاوج مع قواعد أطراف لاصقة لشريط DNA آخر تم معاملته بنفس إنزيمات القصر، ثم يتم ربطهما معًا إلى شريط واحد بواسطة إنزيم الربط، وبهذه الطريقة يمكن لصق قطعة معينة من جزيء DNA بقطعة أخرى من جزيء DNA آخر.	كسر روابط تساهمية عند مواقع محددة على جزيء DNA
الإنزيمات المعدلة	- تقوم بإضافة مجموعة ميثيل (CH_3) إلى النيوكليوتيدات في مواقع جزيء DNA البكتيري التي تتماثل مع مواقع التعرف على الفيروس مما يجعل DNA البكتيري مقاومًا لتأثير إنزيمات القصر وبذلك تحافظ الخلية البكتيرية على مادتها الوراثية (DNA الخاص بها) من التحلل بفعل إنزيمات القصر.	تكوين روابط تساهمية بين مجموعة الميثيل (CH_3) ونيوكليوتيدات موقع التعرف على DNA
إنزيم تاك بوليميريز	- يعمل على مضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة في درجات الحرارة المرتفعة في جهاز PCR	تكوين روابط تساهمية وهيدروجينية في جزيء DNA الجديد
إنزيم النسخ العكسي	- يعمل على بناء شريط DNA مفرد من شريط mRNA الذي يتكامل معه.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة في شريط DNA الجديد

74 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

1 من الشكل المقابل، الإنزيمات (س) ، (ص) ،

قطعة من DNA

س

مختارات علمية

74 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ من الشكل المقابل، ما الإنزيمات (س) ، (ص) ، (ع) ، (ل) على الترتيب ؟

عدد من DNA ← س ← DNA
قطع ذات أطراف مائلة ← ص ← DNA
نيوكليوتيدات ← ع ← DNA
أشرطة مفردة ← ل ← DNA

(أ) اللولب / البلمرة / القصر / تاك بوليميريز
(ب) النسخ العكسى / اللولب / القصر / البلمرة
(ج) البلمرة / القصر / اللولب / دى أكسى ريبونيوكليز
(د) تاك بوليميريز / القصر / دى أكسى ريبونيوكليز / اللولب

٢ أى من الإنزيمات التالية لا يوجد فى البكتيريا ؟

(أ) اللولب
(ب) القصر
(ج) النسخ العكسى
(د) بلمرة RNA

DNA معاد الاتحاد

DNA معاد الاتحاد
عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حى إلى خلايا كائن حى آخر.

* لقد تخيل بعض العلماء أنه قد يأتى الوقت الذى يمكن فيه إدخال نسخ من جينات طبيعية إلى بعض الأفراد المصابة بعض جيناتهم بالعطب وبذلك يمكن شفاؤهم دون الاستخدام المستمر للعقاقير لعلاج النقص الوراثى.

* **التطبيقات العملية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد (أهمية DNA معاد الاتحاد) :**

أ فى مجال الطب

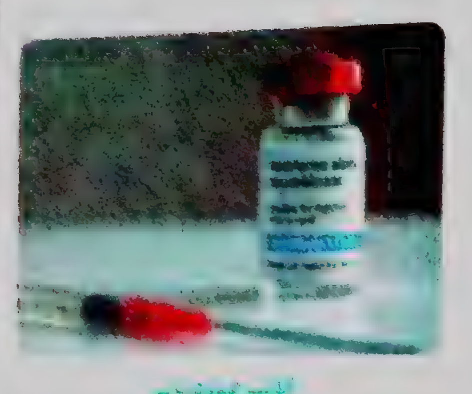
* **انتاج بروتينات مفيدة على نطاق تجارى، مثل :**

١ إنتاج هرمون الأنسولين البشرى (لعلاج مرضى السكر) :

الأنسولين

– يعتبر أول بروتين تم إنتاجه بتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد وذلك عام ١٩٨٢م بالولايات المتحدة الأمريكية.
– يتم إنتاج الأنسولين بزراعة الجين الخاص به مع البلازميد داخل خلايا بكتيرية فتصبح البكتيريا منتجة للأنسولين.
– الأنسولين البشرى المصنع بواسطة تكنولوجيا DNA معاد الاتحاد (فى البكتيريا) بالرغم من تكلفته العالية إلا أنه أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشرى والأنسولين المستخلص من بنكرياس المواشى والخنازير بعملية طويلة وباهظة التكاليف.

٢ إنتاج الإنترفيرونات Interferones :



- تُبنى الإنترفيرونات داخل جسم الإنسان حيث تنطلق من الخلايا المصابة بالڤيروس فتعمل بذلك على وقاية الخلايا المجاورة لها من مهاجمة الڤيروس نظرًا لقدرة هذه المواد على وقف تضاعف الڤيروسات (على الأخص التى يتكون محتواها الجينى من RNA، مثل ڤيروس شلل الأطفال والأنفلونزا).
- كان الإنترفيرون الطبى حتى عام ١٩٧٠م يستخلص بصعوبة من خلايا الإنسان لذلك كان ... وغالى الثمن، ولقد تمكن الباحثون من إنتاج الإنترفيرون بواسطة البكتيريا حيث تم إدخال الـ جين ... للإنترفيرون إلى داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبح متوفرًا ورخيص الثمن نسبيًا.
- كان يعتقد العلماء أن الإنترفيرونات تكون مفيدة فى علاج بعض أنواع السرطان، ولكن ... لاستخدام الإنترفيرون فى علاج السرطان كانت مخيبة للآمال، وقد يرجع ذلك إلى مشاكل تقنية قد يمكن التغلب عليها فى المستقبل.

ب فى مجال الزراعة

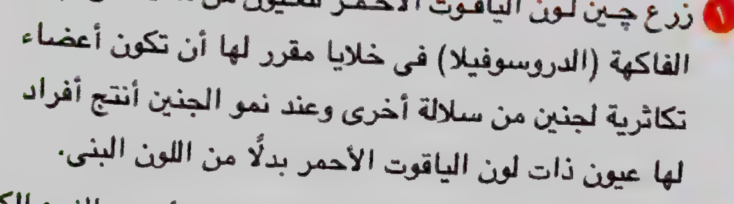
البكتريا العقدية

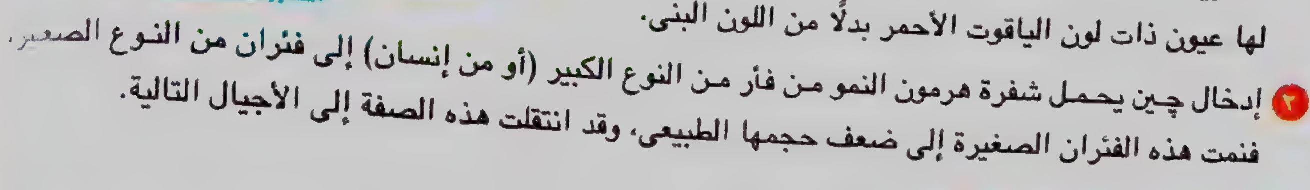
* قد يتمكن الباحثون الزراعيون فى القريب العاجل من :

١ إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية ولبعض الأمراض الهامة لنباتات المحاصيل.

٢ عزل الجينات الموجودة فى النباتات البقولية (والتى تُمكنها من استضافة البكتيريا القادرة على تثبيت النيتروچين الجوى فى جذورها) ونقل تلك الجينات إلى نباتات محاصيل أخرى لا تستطيع استيعاب هذه البكتيريا، ومن ثم يمكن الاستغناء عن إضافة الأسمدة النيتروچينية عالية التكلفة والتى تسبب تلويث المياه فى المناطق الزراعية.

ج في مجال التجارب والأبحاث





الدروسوفيلا

* **لقد تمكن الباحثون من :**

١ زرع چين لون الياقوت الأحمر للعيون من سلالة من ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) فى خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سلالة أخرى وعند نمو الجنين أنتج أفراد لها عيون ذات لون الياقوت الأحمر بدلًا من اللون البنى.

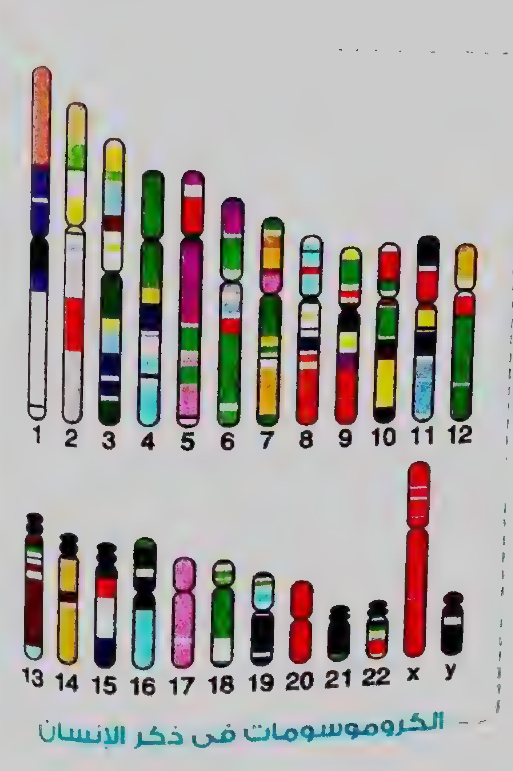
٢ إدخال چين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر من النوع الكبير (أو من إنسان) إلى فئران من النوع الصغير، فنمت هذه الفئران الصغيرة إلى ضعف حجمها الطبيعي، وقد انتقلت هذه الصفة إلى الأجيال التالية.

* **بعض مخاطر DNA معاد الاتحاد :**

على الرغم من أهمية DNA معاد الاتحاد فى مجالات عديدة إلا أن له مخاطر كثيرة وذلك لأنه من المحتمل أن يتم إدخال چين مسئول عن إنتاج مادة سامة خطرة داخل خلايا بكتيرية وإطلاقها فى العالم، ويُعتقد أن هذا الاحتمال ضعيف فعلى الرغم من أن سلالات البكتيريا المستخدمة فى هذه التجارب هى إيشيريشيا كولاى *(E.coli)* التى تعيش فى أمعاء الإنسان، إلا أن السلالات المستخدمة فى التجارب المعملية الآن أصبحت غير قادرة على الحياة إلا فى أنابيب الاختبار.

الچينوم البشرى

* فى عام ١٩٥٣م أثبت واطسون وكريك أن الچينات عبارة عن لولب مزدوج من الحمض النووى DNA
* فى عام ١٩٨٠م ظهرت فكرة الچينوم وكان عدد الچينات البشرية التى تعرف عليها العلماء حوالى ٤٥٠ چين.
* فى منتصف الثمانينات تضاعف عدد الچينات البشرية ثلاث مرات ليصل إلى ١٥٠٠ چين، فبعض هذه الچينات كانت المسببة لزيادة الكوليسترول فى الدم (أحد أسباب مرض القلب) وبعضها يمهد للإصابة بالأمراض السرطانية.
* توصل العلماء إلى أن هناك ما بين ٦٠ : ٨٠ ألف چين فى الإنسان موجودة على ٢٣ زوجًا من الكروموسومات وتعرف المجموعة الكاملة للچينات باسم **الچينوم البشرى** وقد تم اكتشاف أكثر من نصف هذه الچينات حتى الآن.
* ترتب الكروموسومات حسب حجمها من رقم (١) : (٢٣) ولا يخضع الكروموسوم (X) لهذا الترتيب فهو يلى الكروموسوم السابع فى الحجم ولكنه يرتب فى نهاية الكروموسومات ويحمل رقم (٢٣) وهذا ما يسمى بـ «الطرز الكروموسومى».



الكروموسومات فى ذكر الإنسان

الچينوم البشرى
المجموعة الكاملة للچينات الموجودة على كروموسومات الخلية البشرية.

• أمثلة لموضع الجينات (التي تم تحديدها) على الكروموسومات في الإنسان.

الجين	چين البصمة	چينات فصائل الدم	– الچين المسئول عن تكوين الأنسولين. – الچين المسئول عن تكوين الهيموجلوبين.	– چين عمى الألوان. – چين الهيموفيليا (سيولة الدم)
موضعه	الكروموسوم الثامن	الكروموسوم التاسع	الكروموسوم الحادى عشر	الكروموسوم (X) رقم (٢٣)

• استخدامات الچينوم البشرى :

❶ معرفة الچينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.

❷ معرفة الچينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن أداء وظائف الجسم.

❸ الاستفادة منه فى المستقبل فى مجال صناعة العقاقير والوصول إلى عقاقير بلا آثار جانبية.

❹ دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الچينوم البشرى بغيره من چينات الكائنات الحية الأخرى

❺ تحسين النسل من خلال التعرف على الچينات المرضية فى الجنين قبل ولادته والعمل على تعديلها.

❻ تحديد خصائص وصفات أى إنسان يعيش على سطح الأرض من خلال فحص خلية جسدية أو حيوان منوى منه
فيمكن من خلال الچينوم البشرى أن نرسم صورة لكل شخص بكل ملامح وجهه.

إجابات
أسئلة اختبر نفسك

إجابات الباب الأول

الفصل 1

1. ١ (أ) ٢ (جـ)

2. ١ (أ) ٢ (د) ٣ (د) ٤ (جـ)

3. ١ (ب) ٢ (د) ٣ (جـ)

4. ١ (أ) ٢ (أ) ٣ (أ)

5. ١ (جـ) ٢ (ب) ٣ (ب)

6. ١ (أ) ٢ (د)

7. ١ (جـ) ٢ (د)

8. ١ (د)
٢ (أ)

حيث تحدث حركة الانتحاء فى جميع النباتات حيث تستجيب مختلف أجزاء النبات للمؤثرات المختلفة فنجد أن السيقان تستجيب للضوء (موجب الانتحاء الضوئى) ولا تستجيب للجاذبية الأرضية (سالب الانتحاء الأرضى) ولا يتأثر بالرطوبة (الانتحاء المائى)، بينما نجد الجذر سالب الانتحاء الضوئى وموجب الانتحاء الأرضى والانتحاء المائى.

9. ١ (١) (د) (٢) (ب)
٢ (جـ)
٣ (جـ)

10. ١ (أ) ٢ (أ)

11. ١ (أ) ٢ (ب)
٣ (د) ٤ (أ)

الفصل 2

12. (ب) ، (هـ)

13. ١ (ب) ٢ (د) ٣ (جـ)

14. (د)

حيث إنه فى حالة حدوث خلل فى خلايا الفص الأمامى للغدة النخامية فإن ذلك يؤدى إلى قلة إفراز هرمونات الفص الأمامى للغدة النخامية ومنها هرمون TSH (الهرمون المنبه للغدة الدرقية) مما يؤدى إلى انخفاض تنبيه الغدة الدرقية لإفراز هرمون الثيروكسين وبالتالى يقل نشاط الغدة الدرقية.

15. ١ (جـ) ٢ (د)

16. ١ (أ)
٢ (د)

حيث يقوم هرمون الكورتيزون (س) بتنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات - النشويات) مما يزيد من تركيز الجلوكوز فى الدم بينما هرمون الأدرينالين (ص) يزيد تركيز الجلوكوز فى الدم بمعدل أسرع وذلك لأنه يُفرز تحت تأثير عصبى (أى لا يحتاج إلى تنبيه هرمونى لإفرازه)، كما يعمل هرمون الجلوكاجون (ع) على رفع تركيز الجلوكوز فى الدم بمعدل أقل وذلك لأنه يستخدم الجليكوجين المُخزن بالكبد فقط ويحوله إلى جلوكوز وذلك فى وقت الحاجة، كما يحدث فى حالة الصيام لفترات طويلة.

17. (د)

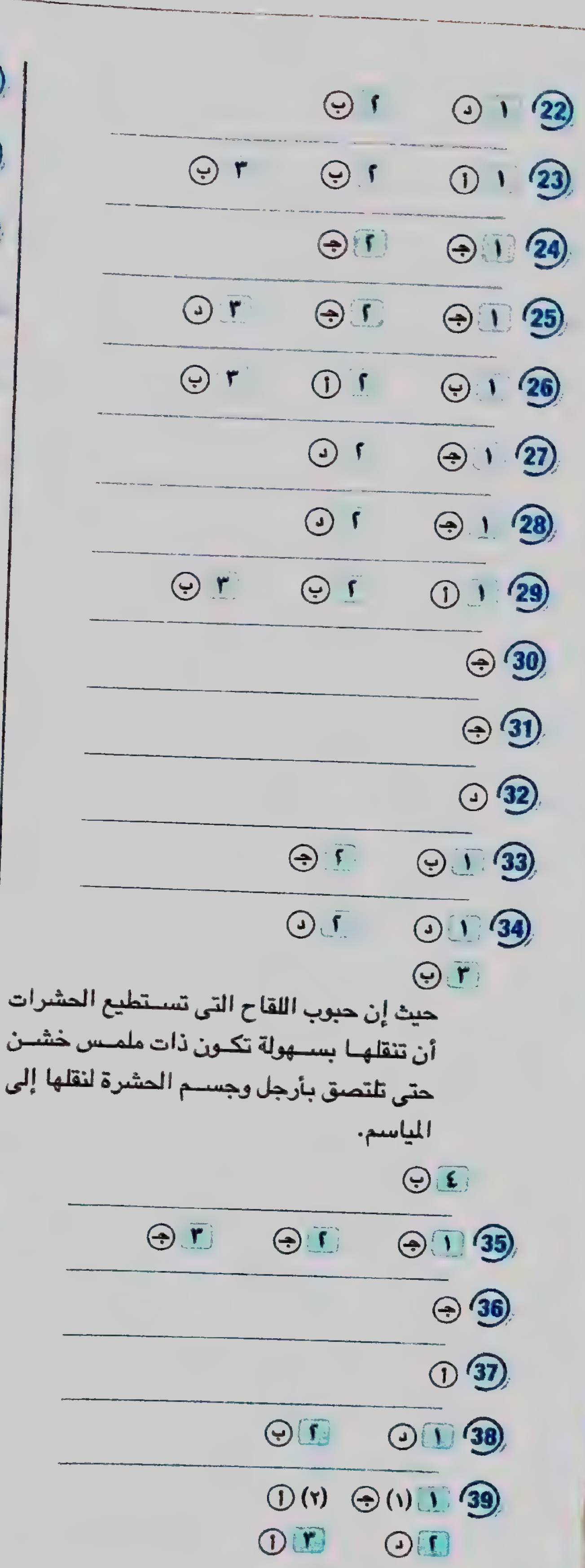
الفصل 3

18. ١ (أ) ٢ (أ) ٣ (ب) ٤ (د)

19. ١ (جـ) ٢ (ب)

20. ١ (جـ) ٢ (جـ) ٣ (ب)

21. (د)



22 ١ د ٢ ب

23 ١ أ ٢ ب ٣ ب

24 ١ جـ ٢ جـ

25 ١ جـ ٢ جـ ٣ د

26 ١ ب ٢ أ ٣ ب

27 ١ جـ ٢ د

28 ١ جـ ٢ د

29 ١ أ ٢ ب ٣ ب

30 جـ

31 جـ

32 د

33 ١ ب ٢ جـ

34 ١ د ٢ د
٣ ب
حيث إن حبوب اللقاح التى تستطيع الحشرات أن تنقلها بسهولة تكون ذات ملمس خشن حتى تلتصق بأرجل وجسم الحشرة لنقلها إلى المياسم.
٤ ب

35 ١ جـ ٢ جـ ٣ جـ

36 جـ

37 أ

38 ١ د ٢ ب

39 ١ (١) جـ (٢) أ
٢ د ٣ أ

40 ب

41 ١ أ ٢ جـ ٣ ب ٤ جـ

42 ١ جـ ٢ أ ٣ جـ

43 أ

44 ١ د ٢ أ

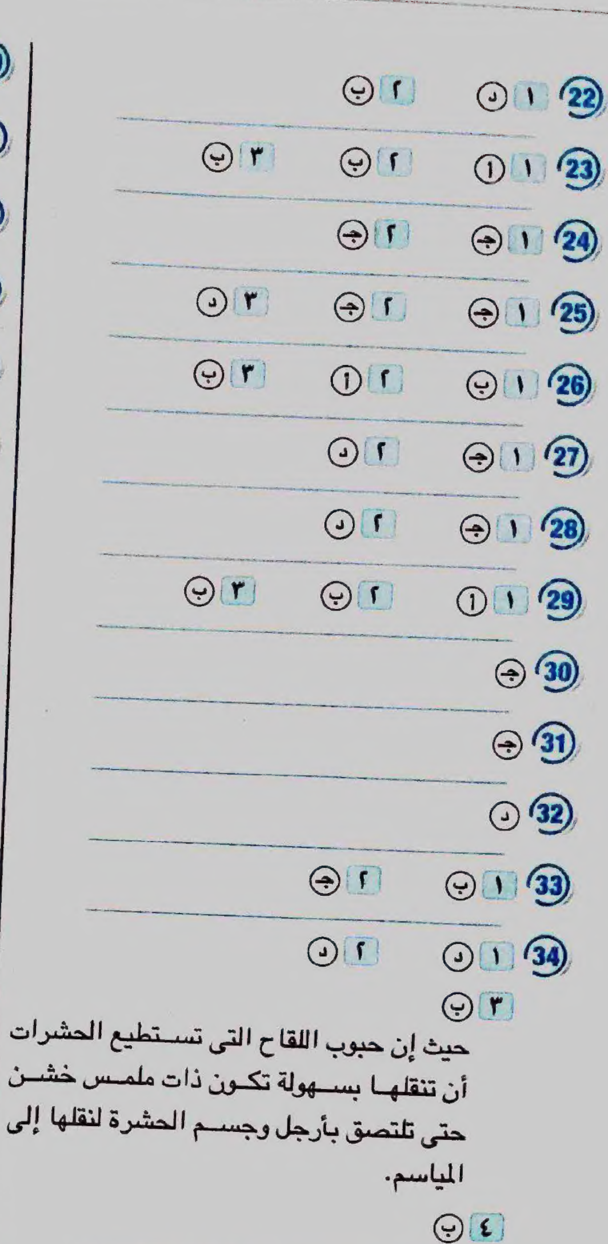
45 جـ
لأنه عند تحرر بويضتين من المبيضين فى نفس الوقت وإخصاب كل منهما بحيوان منوى مستقل تتكون توائم غير متماثلة، ومن الممكن أن تنقسم اللاقحتان أو إحداهما أثناء تفلجها إلى جزءين ليُكوِّن كل منها جنين (توائم متماثلة).

46 ١ جـ ٢ د ٣ جـ

الفصل 4

47 ١ ب
٢ د
حيث إنه عند تعرض الجهاز الوعائى للنبات للقطع أو الغزو من الكائنات المرضة تتمدد الخلايا البارانشيمية المجاورة لقصيبات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر (أى تتكون التيلوزات)، وبالتالى فإن حجم الماء المار فى الوعاء الخشبى يقل كلما ازداد نمو التيلوزات فتكون العلاقة بين نمو التيلوزات وحجم الماء المار فى الوعاء الخشبى علاقة عكسية.

48 ١ ب
٢ د
حيث إنه عند غزو ميكروب للنبات فإن النبات يستجيب لذلك بزيادة إفراز مواد كيميائية موجودة أصلًا فى النبات مثل الكانافنين التى يزداد تركيزها فى النبات عقب الإصابة، كما أن النبات يستحث إنتاج بروتينات غير موجودة أصلًا فى النبات مثل إنزيمات نزع السُمية وذلك لكى تقوم بالتفاعل مع السموم التى تفرزها الكائنات المرضة وتبطل سُميتها.



22 ١ د ٢ ب

23 ١ أ ٢ ب ٣ ب

24 ١ جـ ٢ جـ

25 ١ جـ ٢ جـ ٣ د

26 ١ ب ٢ أ ٣ ب

27 ١ جـ ٢ د

28 ١ جـ ٢ د

29 ١ أ ٢ ب ٣ ب

30 جـ

31 جـ

32 د

33 ١ ب ٢ جـ

34 ١ د ٢ د

٣ ب

حيث إن حبوب اللقاح التى تستطيع الحشرات أن تنقلها بسهولة تكون ذات ملمس خشن حتى تلتصق بأرجل وجسم الحشرة لنقلها إلى المياسم.

٤ ب

35 ١ جـ ٢ جـ ٣ جـ

36 جـ

37 أ

38 ١ د ٢ ب

39 ١ (١) جـ (٢) أ

٢ د ٣ أ

40 ب

41 ١ أ ٢ جـ ٣ ب ٤ جـ

42 ١ جـ ٢ أ ٣ جـ

43 أ

44 ١ د ٢ أ

45 جـ

لأنه عند تحرر بويضتين من المبيضين فى نفس الوقت وإخصاب كل منهما بحيوان منوى مستقل تتكون توائم غير متماثلة، ومن الممكن أن تنقسم اللاقحتان أو إحداهما أثناء تفلجها إلى جزئين ليُكوِّن كل منها جنين (توائم متماثلة).

46 ١ جـ ٢ د ٣ جـ

الفصل 4

47 ١ ب

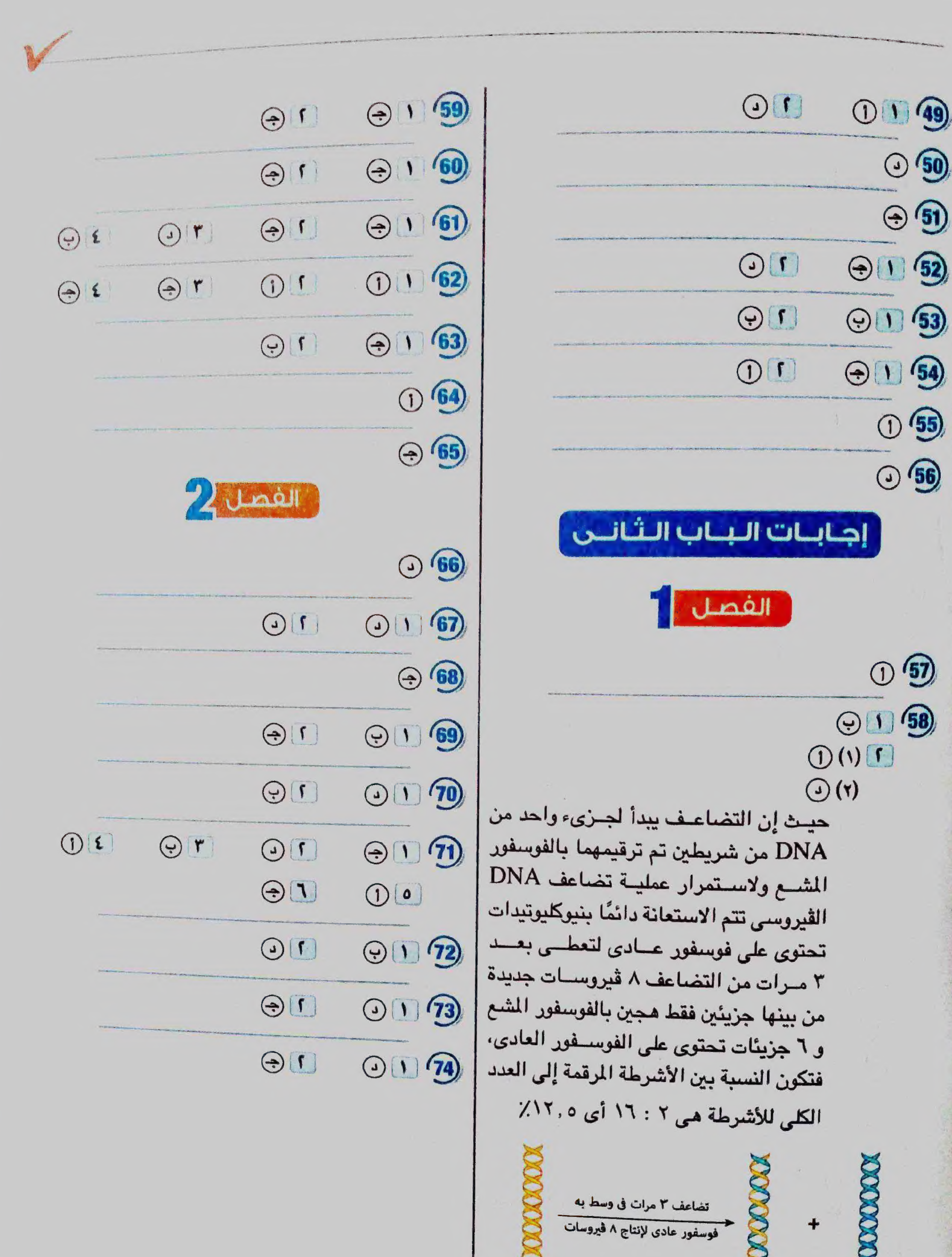
٢ د

حيث إنه عند تعرض الجهاز الوعائى للنبات للقطع أو الغزو من الكائنات المرضة تتمدد الخلايا البارانشيمية المجاورة لقصيبات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر (أى تتكون التيلوزات)، وبالتالى فإن حجم الماء المار فى الوعاء الخشبى يقل كلما ازداد نمو التيلوزات فتكون العلاقة بين نمو التيلوزات وحجم الماء المار فى الوعاء الخشبى علاقة عكسية.

48 ١ ب

٢ د

حيث إنه عند غزو ميكروب للنبات فإن النبات يستجيب لذلك بزيادة إفراز مواد كيميائية موجودة أصلًا فى النبات مثل الكانافنين التى يزداد تركيزها فى النبات عقب الإصابة، كما أن النبات يستحث إنتاج بروتينات غير موجودة أصلًا فى النبات مثل إنزيمات نزع السُمية وذلك لكى تقوم بالتفاعل مع السموم التى تفرزها الكائنات المرضة وتبطل سُميتها.



49) ١ أ ٢ د

50) د

51) ج

52) ١ ج ٢ د

53) ١ ب ٢ ب

54) ١ ج ٢ أ

55) أ

56) د

إجابات الباب الثاني

الفصل 1

57) أ

58) ١ ب
٢ (١) أ
(٢) د

حيث إن التضاعف يبدأ لجزىء واحد من DNA من شريطين تم ترقيمهما بالفوسفور المشع ولاستمرار عملية تضاعف DNA الڤيروسى تتم الاستعانة دائمًا بنيوكليوتيدات تحتوى على فوسفور عادى لتعطى بعد ٣ مرات من التضاعف ٨ ڤيروسات جديدة من بينها جزيئين فقط هجين بالفوسفور المشع و ٦ جزيئات تحتوى على الفوسفور العادى، فتكون النسبة بين الأشرطة المرقمة إلى العدد الكلى للأشرطة هى ٢ : ١٦ أى ١٢,٥٪

59) ١ ج ٢ ج

60) ١ ج ٢ ج

61) ١ ج ٢ ج ٣ د ٤ ب

62) ١ أ ٢ أ ٣ ج ٤ ج

63) ١ ج ٢ ب

64) أ

65) ج

الفصل 2

66) د

67) ١ د ٢ د

68) ج

69) ١ ب ٢ ج

70) ١ د ٢ ب

71) ١ ج ٢ د ٣ ب ٤ أ
٥ أ ٦ ج

72) ١ ب ٢ د

73) ١ د ٢ ج

74) ١ د ٢ ج

الفهـــرس

تصريح وزارة التربية والتعليم رقم ١٠٤ - ١٤ - ١ - ٨٠

الأحياء 2023

معاك
Ma3ak App

- أدخل كودك الشخصى الموجود على ظهر الغلاف
- لمزيد من المعلومات انظر صفحتى ٤، ٥

كتب الامتحان
لا تحرج عنها اى امتحان

الدولية للطبع والنشر والتوزيع
الفجالة - القاهرة
تليفون: ٢٥٨٨٥٥٨٥ - ٢٥٩٠٤٣٢٣ - ٢٥٨٨٨٨٨٦/٠٢
www.alemte7anbooks.com
Email: info@alemte7anbooks.com
الخط الساخن ١٥٠١٤

/alemte7anbooks